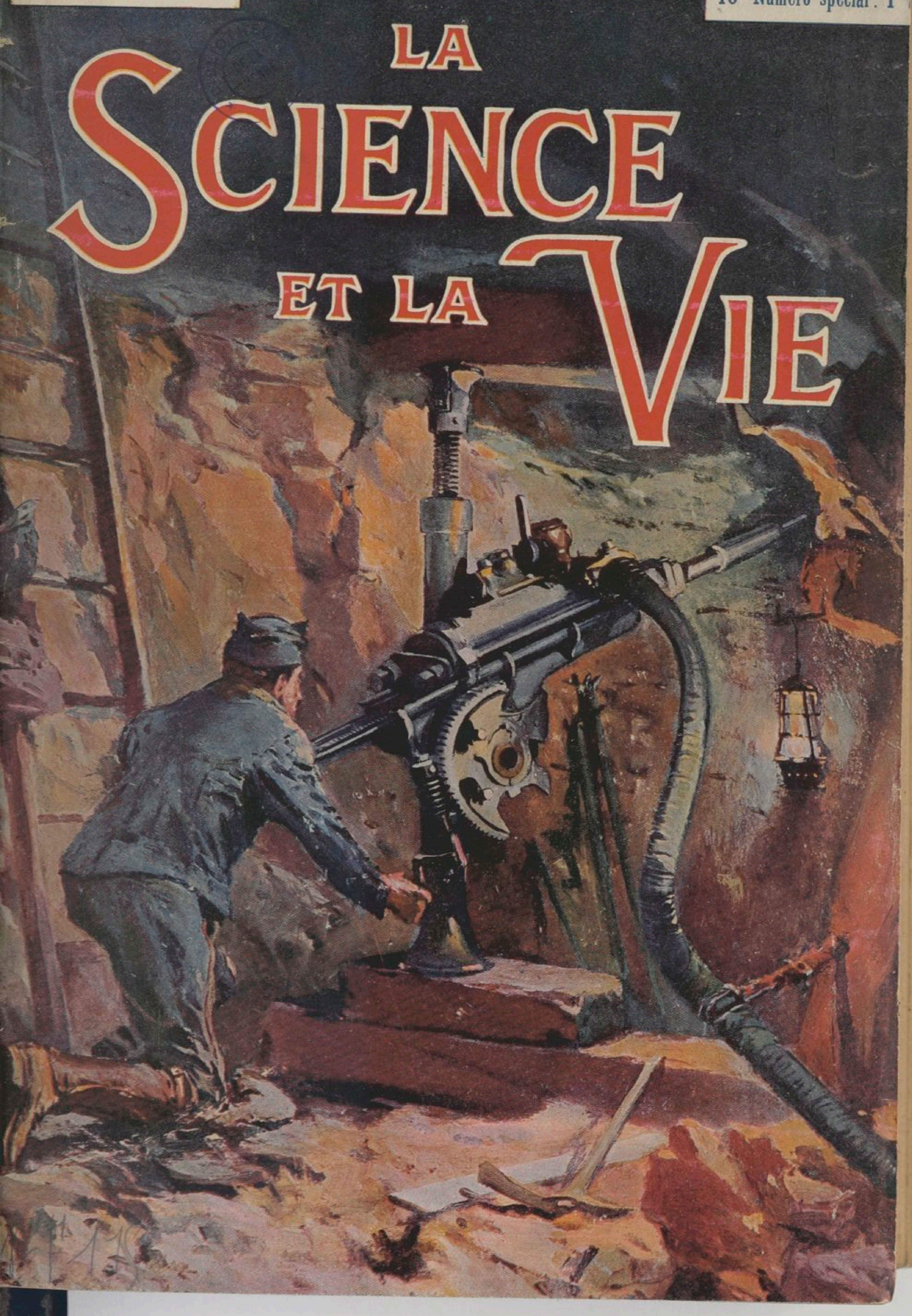
N° 33. Juillet 1917.

16e Numéro spécial : 1f

LA SCIENCE ET LA VIE



La Science et la Vie *s'est imposé jusqu'à ce jour de gros sacrifices pour maintenir à 1 fr. 50 le prix de vente de son numéro.*

En raison de l'augmentation sans cesse croissante du prix des matières premières employées dans l'imprimerie, et plus particulièrement de celui du papier, qui a plus que doublé depuis le commencement de la guerre, La Science et la Vie *se voit dans la nécessité, afin de pouvoir poursuivre sa publication dans les mêmes conditions que par le passé, d'augmenter de 25 centimes le prix de son numéro.*

Nous espérons pouvoir maintenir le plus longtemps possible ce prix de 1 fr. 75, en dépit des charges nouvelles qui, de mois en mois, viennent s'ajouter aux anciennes.

Édité par "LA SCIENCE ET LA VIE"

LE THÉATRE DES OPÉRATIONS MILITAIRES DANS L'AISNE ET EN CHAMPAGNE

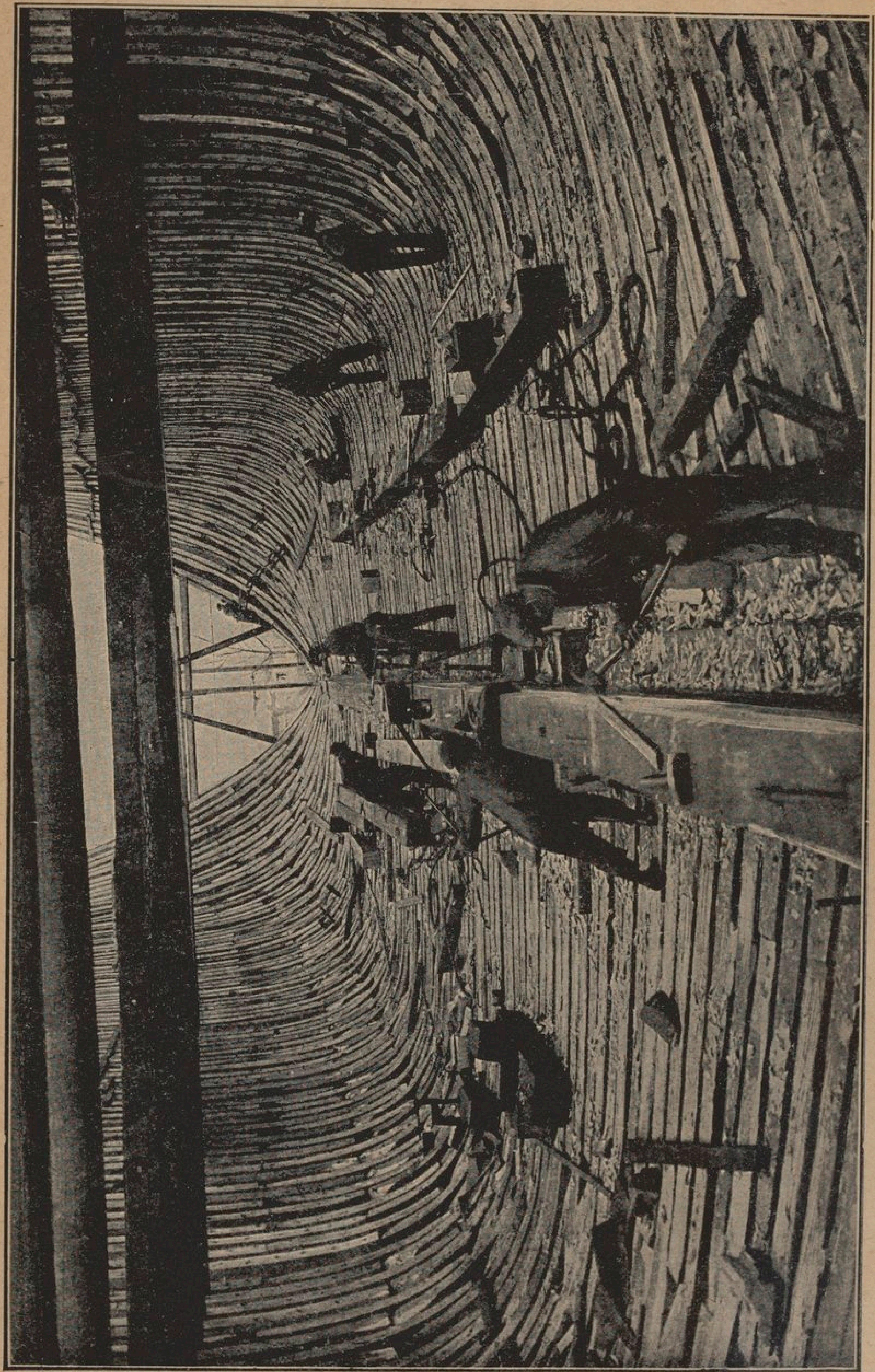
Numéro 33.
JUIN-JUILLET 1917

N° 33. # SOMMAIRE Tome XII.

(JUIN-JUILLET 1917)

Les graves problèmes posés par la piraterie sous-marine	Maurice Ajam .. .. Ancien sous-secrétaire d'Etat de la Marine marchande.	3
La construction, le fonctionnement et la production d'un haut fourneau	Joseph Quitard. .. .. Ingénieur-conseil de forges et chantiers.	15
Dans les galeries de mines, l'air comprimé remplace la force musculaire de l'homme..	Fernand Felletin .. .. Ingénieur civil des Mines.	27
La cartographie aérienne	Georges Houard .. .. Secrétaire général de la Ligue française du cerf-volant.	37
Reverrons-nous, un jour prochain, l'automobile à vapeur?	Frédéric Matton .. .. Ing. des Arts et Manufactures.	51
Le jet des bombes à bord des avions et des ballons	Justin Lauvergne . .. . Ingénieur-constructeur de matériel aérien.	57
Les barres [illegible] pour obus sont aujourd'hui débitées avec la même facilité que le bois. ..	Charles Persier. .. .. Ing. des Arts et Manufactures.	71
Faute de charbon brûlons de la tourbe	P. de Montgolfier	77
Les chauffe-bains, appareils ingénieux et pratiques	Fernand Monty!.	87
Les indicateurs de vitesse..	Paul Meyan	95
Les nouveaux résultats de l'offensive franco-anglaise	.. ..	105
Sur les fronts orientaux	.. ..	111
Les Italiens sur la route de Trieste	.. ..	117
L'aide américaine aux Alliés	.. ..	119
Torpillages et actions navales	.. ..	121
L'intensité de la guerre aérienne..	.. ..	125
Le mécanisme du change internationnal..	Ch. de Longchamp	127
L'utilisation du sextant et de l'octant à gyroscope	Alf. Poidlouë .. .. Capitaine de vaisseau en retraite.	135
Le creusement mécanique des tranchées et des boyaux.	Gustave Lugard	143
Les armes de guerre pneumatiques françaises et étrangères..	Clément Casciani	147
Comment on fixe au corps de l'obus sa ceinture de cuivre	Jean Dumur	157
Le chargement et le déchargement automatiques des navires	René Carbonnel .. .. Capitaine de port en retraite.	163
Le matériel de campagne secondaire de nos ennemis	.. ..	177
Les à-côtés de la Science (Inventions, découvertes, curiosités)	V. Rubor.	180
Chronologie des faits de guerre sur tous les fronts	.. ..	189

HORS TEXTE : Grande carte en couleurs du théâtre des opérations militaires dans l'Aisne et en Champagne.



INTÉRIEUR DE LA COQUE D'UN VOILIER EN CONSTRUCTION DANS UN GRAND CHANTIER NAVAL DES ÉTATS-UNIS

La Science et la Vie

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous.

Depuis la guerre, paraît tous les deux mois. — Abonnements : France, 10 francs, Etranger, 16 francs
Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 37-36

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie *Juillet 1917*

Tome XII — Juin-Juillet 1917 — Numéro 33

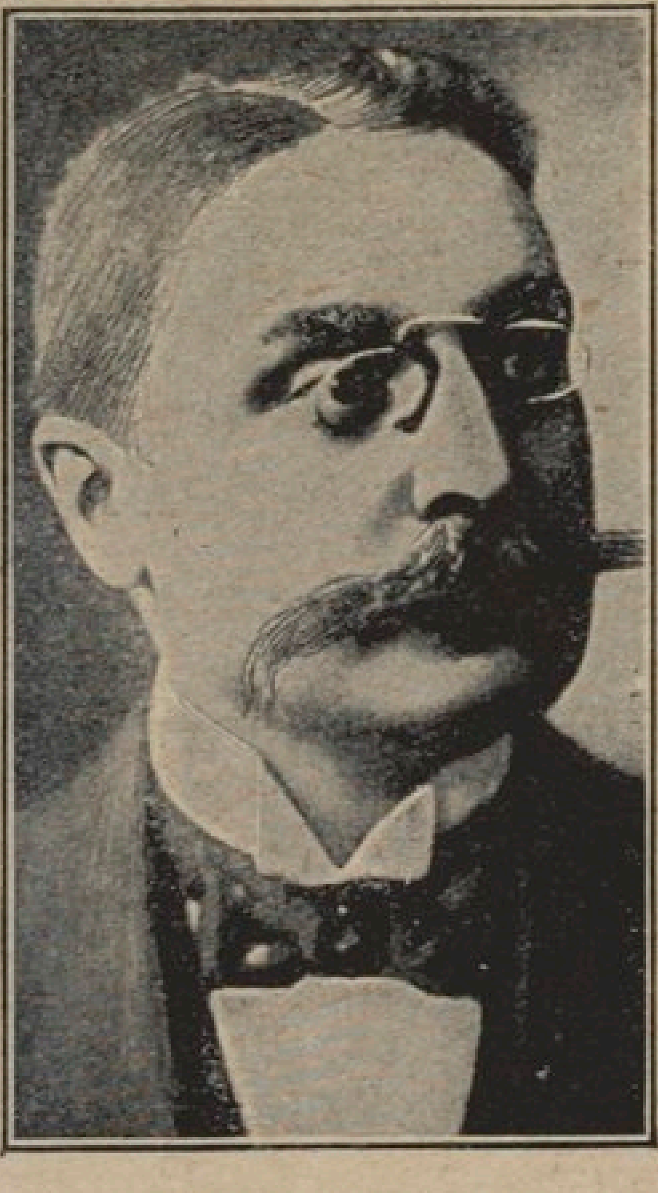
LES GRAVES PROBLEMES POSÉS PAR LA PIRATERIE SOUS-MARINE

Par Maurice AJAM

ANCIEN SOUS-SECRÉTAIRE D'ÉTAT DE LA MARINE MARCHANDE

La crise du fret, qui se manifestait dès le début des hostilités, n'a fait que s'aggraver de mois en mois, malgré les efforts tentés en vue de la conjurer. La situation, déjà sérieuse au mois de février 1917, est devenue encore plus tendue depuis que l'ennemi a déclaré officiellement sa volonté d'attaquer, sans distinction, les bateaux de toute nationalité. C'est au moment où le besoin de navires se fait sentir avec le plus d'intensité, au moment où il est indispensable de transporter vers nos ports d'immenses approvisionnements de combustibles, de munitions, de matériel, de produits alimentaires, que tout concourt à réduire au minimum le nombre de bâtiments disponibles.

Cl. Manuel.



M. MAURICE AJAM

Les concours que nous recevions des nouvelles nations se rangeant à nos côtés, avaient pour répercussion l'obligation impérieuse de ravitailler en vivres, en combustibles, en matériel de guerre, des pays qui, jusqu'alors, avaient été en grande partie alimentés par les empires centraux.

Il fallait des navires pour transporter sans cesse les effectifs des contingents anglais qui combattent brillamment sur notre front et pour leur fournir, une fois débarqués, toutes les ressources de la Grande-Bretagne, des Dominions, ainsi que des deux Amériques.

Or, à mesure que croissait l'augmentation des charges qui incombent à la marine marchande des Alliés, il se produisait parallèlement une diminution des plus inquiétantes du tonnage disponible.

Au début de la guerre, la flotte commerciale britannique comptait environ 11.300 navires contenant 21 millions de tonnes de jauge brute. Sur ces 11.300 navires, 4.500 étaient spécialement consacrés au trafic avec l'étranger; 3.800 bateaux jaugeaient plus de 1.000 tonnes et le tiers de cette flotte consistait en paquebots à voyageurs, qui déplaçaient, en moyenne, 5.800 tonnes, les autres deux tiers étant représentés par des cargo-boats de 4.000 tonnes.

En 1914, le premier effet de la guerre fut de réduire d'environ 25 % les capacités de transport de la marine mar-

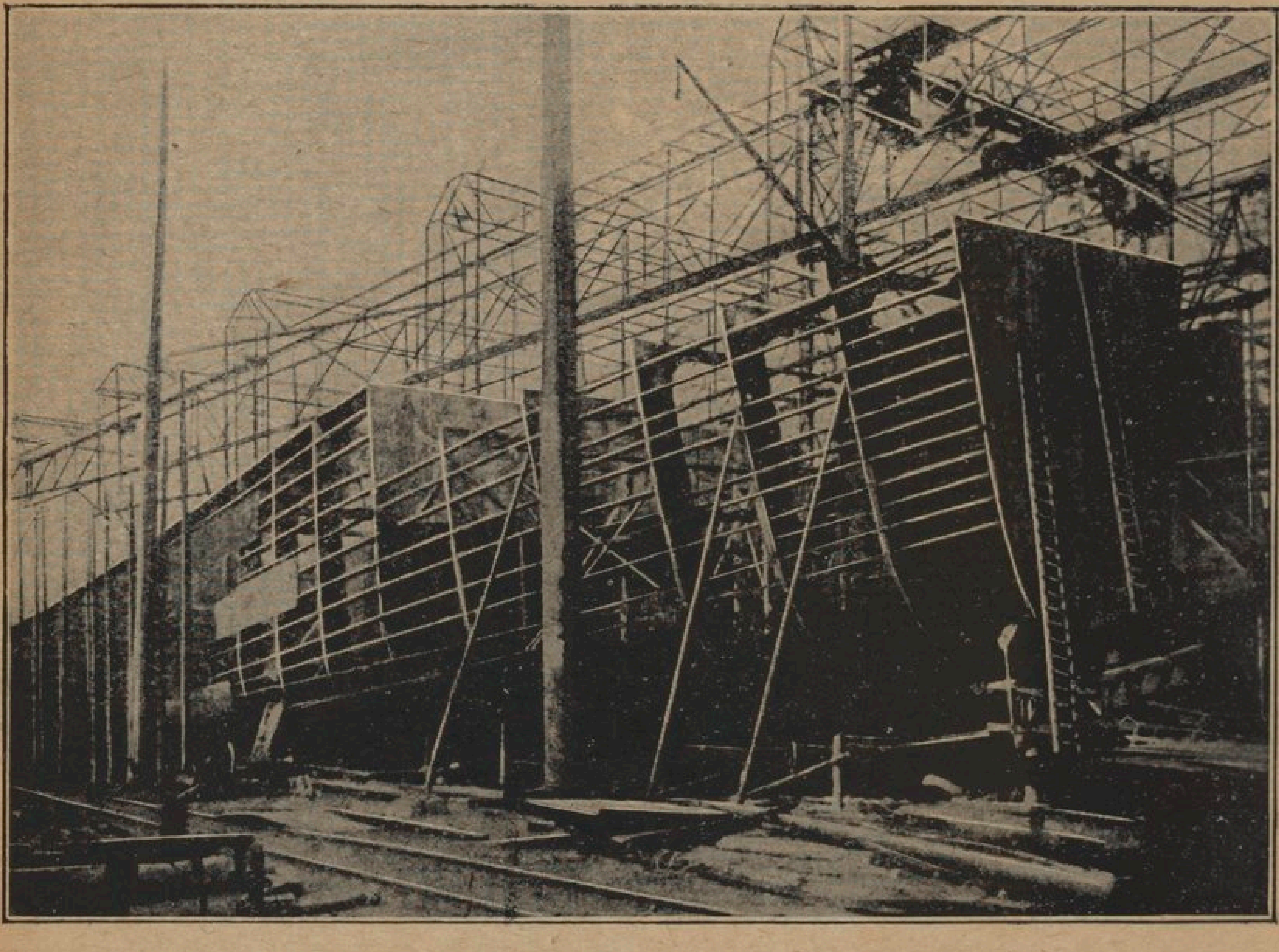
chande anglaise, dont l'effectif se trouva diminué, du jour au lendemain, de 950 unités sur le total de 3.800, plus haut indiqué. L'Amirauté avait réquisitionné d'emblée 800 navires ; les autres étaient internés ou avaient été coulés.

L'ardeur de leur patriotisme avait, d'autre part, poussé beaucoup de marins marchands à s'engager dans des troupes de terre et de mer, si bien que les armateurs se virent privés d'une grande partie de leurs équipages. Le nombre moyen des voyages annuels effectués par chaque navire s'abaissa de 4 1/2 à 3. Cependant, le tonnage des marchandises importées dans les ports britanniques, n'avait fléchi que d'un huitième, car le poids transporté, par tonne de jauge, était passé de 1.150 kilos à près de 1.450 kilos.

Cette amélioration du rendement des vapeurs marchands doit être attribuée notamment au remplacement des steamers à passagers par de grands cargos et à l'utilisation, comme cales à marchandises, des entreponts autrefois occupés par les émigrants. Les départs n'ayant plus lieu à date fixe, comme autrefois, on put charger complètement les navires en les laissant longtemps à quai.

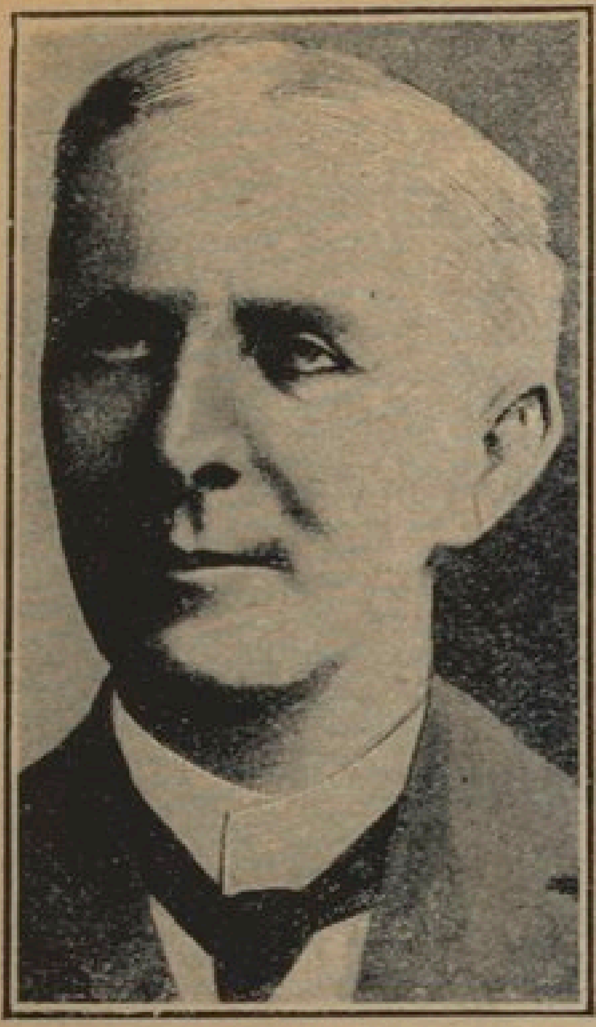
Cependant, de juillet à décembre 1914, le prix du blé avait monté, en Angleterre, de 40 francs à 60 francs par quarter (218 kilos), ce qui représentait une hausse de 20 francs. Cette hausse était principalement basée sur l'élévation des frets; pendant la même période, le prix de transport par quarter était passé de 3 francs à 5 fr. 60. Ici, l'augmentation ne représentait qu'un peu plus du dixième de celle du prix du grain, bien que les céréales eussent à parcourir, depuis le commencement de la guerre, des distances beaucoup plus considérables qu'en temps de paix, par suite de la fermeture de certains marchés européens, tels que ceux de la Russie, par exemple.

Le taux des assurances devait naturellement suivre une marche ascendante, au fur et à mesure que se déroulaient les sinistres exploits des corsaires. Pen-



CARGO-BOAT A MEMBRURES LONGITUDINALES SYSTÈME ISHERWOOD

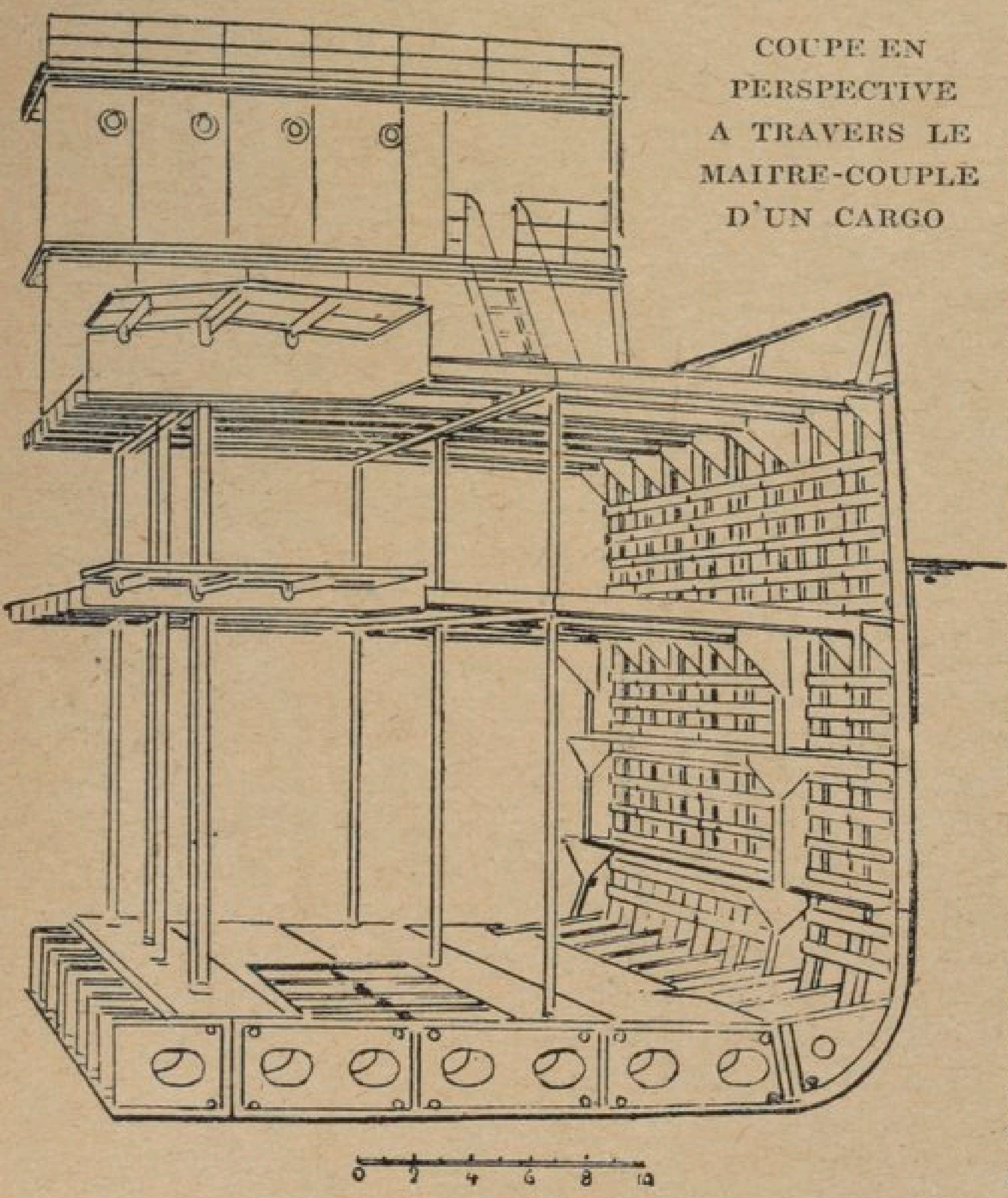
Ce mode de construction donne aux coques une grande résistance longitudinale et transversale, très précieuse en cas de chocs et de collisions.



SIR JOSEPH MACLAY
Ministre - directeur de la navigation commerciale de la Grande-Bretagne.

dant les douze premiers mois de la guerre, 172 navires furent coulés sur 4.400 que garantissaient les assurances maritimes. La perte correspondait environ à 160 millions pour les coques dont la valeur dépassait 3.790 millions. Si l'on considère les cargaisons, les dommages subis se montaient à 183 millions, sur près de 38 milliards de marchandises transportées. Dans le premier cas, le pourcentage des pertes a donc été de 4 % pour la première année de guerre, tandis qu'il atteignait 1 ½ % seulement en ce qui concerne les cargaisons.

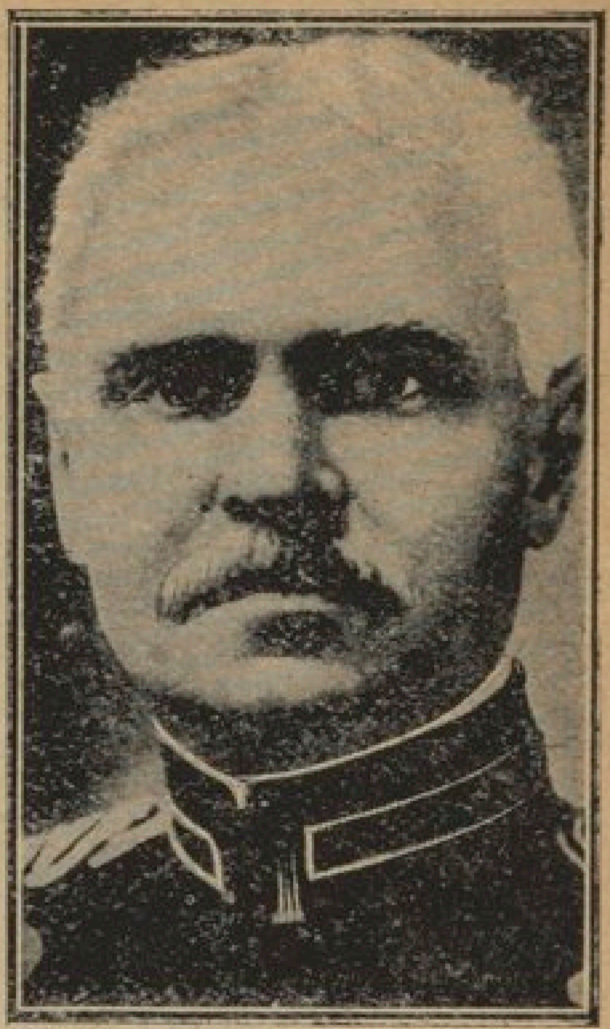
L'activité destructrice des Allemands sur mer s'était d'abord exercée au moyen d'un certain nombre de croiseurs légers. Quatre d'entre eux : le *Gneisenau*, le *Scharnhorst*, le *Leipzig* et le *Nurnberg* furent coulés le 8 décembre 1914 à la bataille des îles Falkland. Le *Dresden*, qui s'était échappé, succomba enfin devant Juan-Fernandez, le 14 mars 1915.



COUPE EN PERSPECTIVE A TRAVERS LE MAITRE-COUPLE D'UN CARGO

L'*Emden*, dont la carrière de corsaire avait duré six semaines, fut surpris et détruit aux îles des Cocos, le 9 novembre 1914. Vers la même époque, disparut le *Karlsruhe*, qui avait surtout opéré dans l'Atlantique, près de l'équateur, où il avait coulé 17 navires alliés représentant une valeur de 40 millions.

Peu à peu, les croiseurs auxiliaires allemands se firent prendre ou interner. Le *Kronprinz-Wilhelm* et l'*Eitel-Friedrich* furent internés à New-port-News en avril 1915, après avoir coulé vingt-six vapeurs et voiliers. Le *Kaiser-Wilhelm-Der-Grosse* fut coulé le 26 août 1914 par un croiseur léger britannique, et le *Cap-Trafalgar* fut détruit, après un combat de deux heures, par le croiseur auxiliaire anglais *Carmania*, de la ligne Cunard.



GÉNÉRAL GOETHALS
Directeur du service de la construction des navires en bois, aux Etats-Unis.

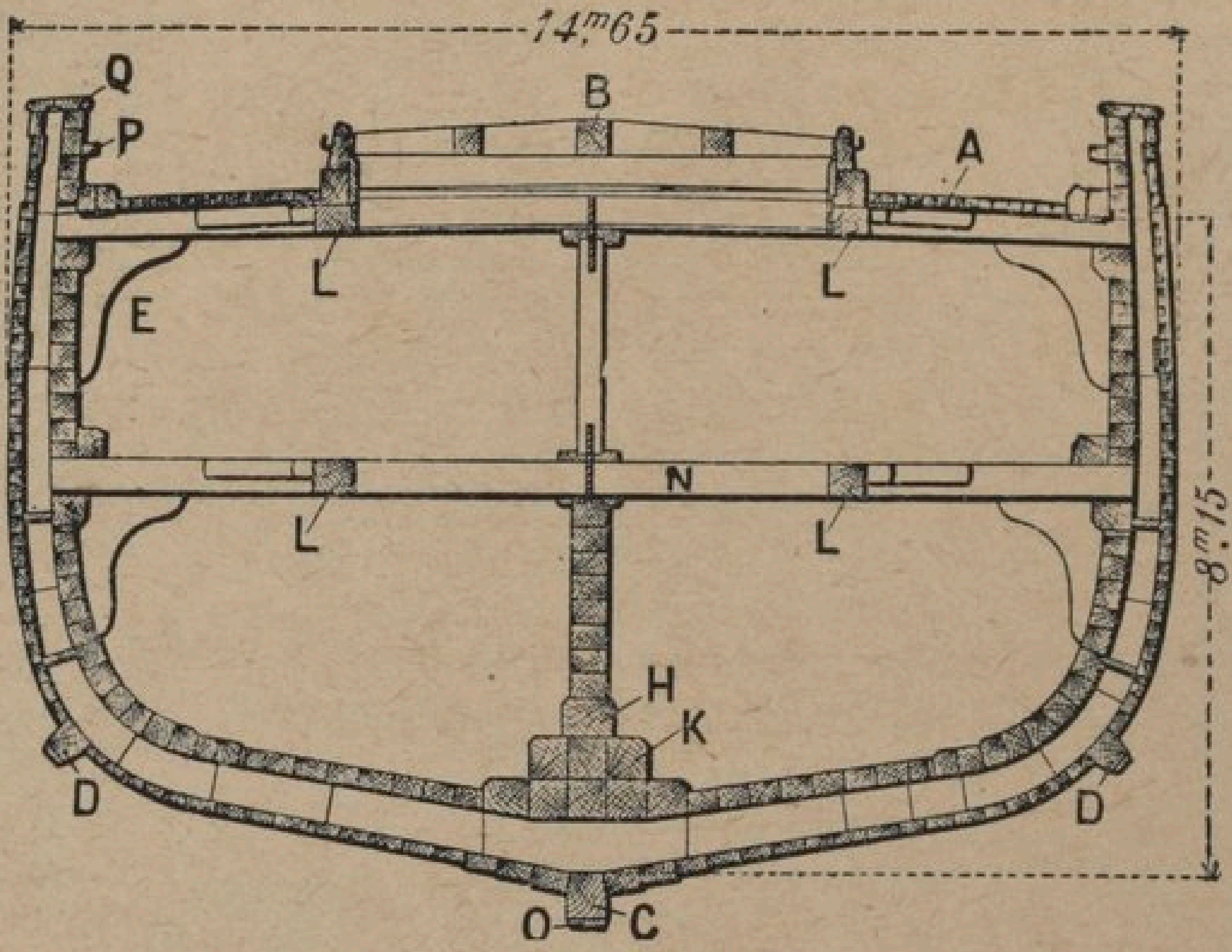
Après la disparition des croiseurs allemands, les sous-marins restèrent à peu près seuls chargés de la piraterie, aidés dans leur tâche de dévastation par un ou deux corsaires, « camouflés » en cargos, tels que le *Mœwe*. Ils étaient, au printemps de 1914, au nombre d'environ trente, dont une dizaine de petit modèle, déplaçant 250 tonnes, et vingt unités de 750 tonnes donnant 14 nœuds

à la surface et 8 nœuds en plongée. On peut supposer qu'il y avait, à cette époque, en construction sur les chantiers allemands, une cinquantaine de submersibles, armés de canons à éclipse, et qui déplaçaient 1.200 tonnes. Ces bâtiments, de 75 mètres de long, donnent des vitesses de 20 nœuds à la surface et de 12 nœuds en plongée, grâce à deux moteurs Diesel de 2.500 chevaux marchant au pétrole.

Au 14 octobre 1915, la marine marchande britannique avait perdu 183 navires dont 93 par la torpille. La plupart de ces bâtiments déplaçaient plus de 1.000 tonnes. Le nombre des bateaux de pêche signalés perdus atteignait, à cette date, 175.

La France avait également payé son tribut aux pirates, et, à la fin de 1915, ses pertes se chiffraient par 85.325 tonnes. Le gouvernement ayant réquisitionné environ 40 % des bâtiments composant notre flotte commerciale, et 16.000 tonnes se trouvant bloquées dans des ports étrangers, surtout dans le Levant, les effectifs disponibles pour nos importations sous pavillon national étaient devenus très minimes. Depuis cette époque, les réquisitions ont encore augmenté et ont atteint 50 à 60 % de notre tonnage à flot. Aussi les frets subirent-ils une hausse considérable, car les navires neutres disparaissaient, comme les autres, sous les coups des torpilles allemandes et autrichiennes. Si l'on considère le tonnage mondial initial, en juillet 1914, on constate que plus de 15 millions de tonnes sur 55 furent enlevés aux transports maritimes libres par le fait de la déclaration de guerre. La France, l'Angleterre et l'Italie avaient réquisitionné 8 millions de tonnes, les flottes commerciales austro-allemandes immobilisées en représentaient 6 millions, et un million avait disparu dès le début, coulé dans les océans.

A la date du 23 janvier 1916, le nombre de bâtiments de commerce bloqués, capturés ou détruits se montait à 2.193 unités, représentant 3.774.289 tonneaux. L'Angleterre s'inscrivait, à elle seule, pour 485 navires jaugeant 1.506.415 tonnes. L'Allemagne en avait perdu 601, avec 1.276.590 tonnes ; et l'Autriche, 80 jaugeant 267.664 tonneaux. Le bilan des pertes neutres accusait à ce moment un total de 736 bâtiments déplaçant 441.472 tonneaux. Cependant, nos ports manifestaient une grande activité et le total du trafic à l'entrée était monté à plus de 31 millions de tonnes contre 22 millions et demi en 1913. Rouen tenait la tête avec près de 10 millions de tonnes, dépassant de loin Marseille, qui n'atteignait pas 6 millions. Le Havre était passé de 2.747.925 tonnes à plus de 4.500.000 tonnes. Saint-Nazaire, Nantes, la Rochelle et Cette enregistraient également de fortes augmentations.



COUPE TRANSVERSALE D'UN BATEAU EN BOIS

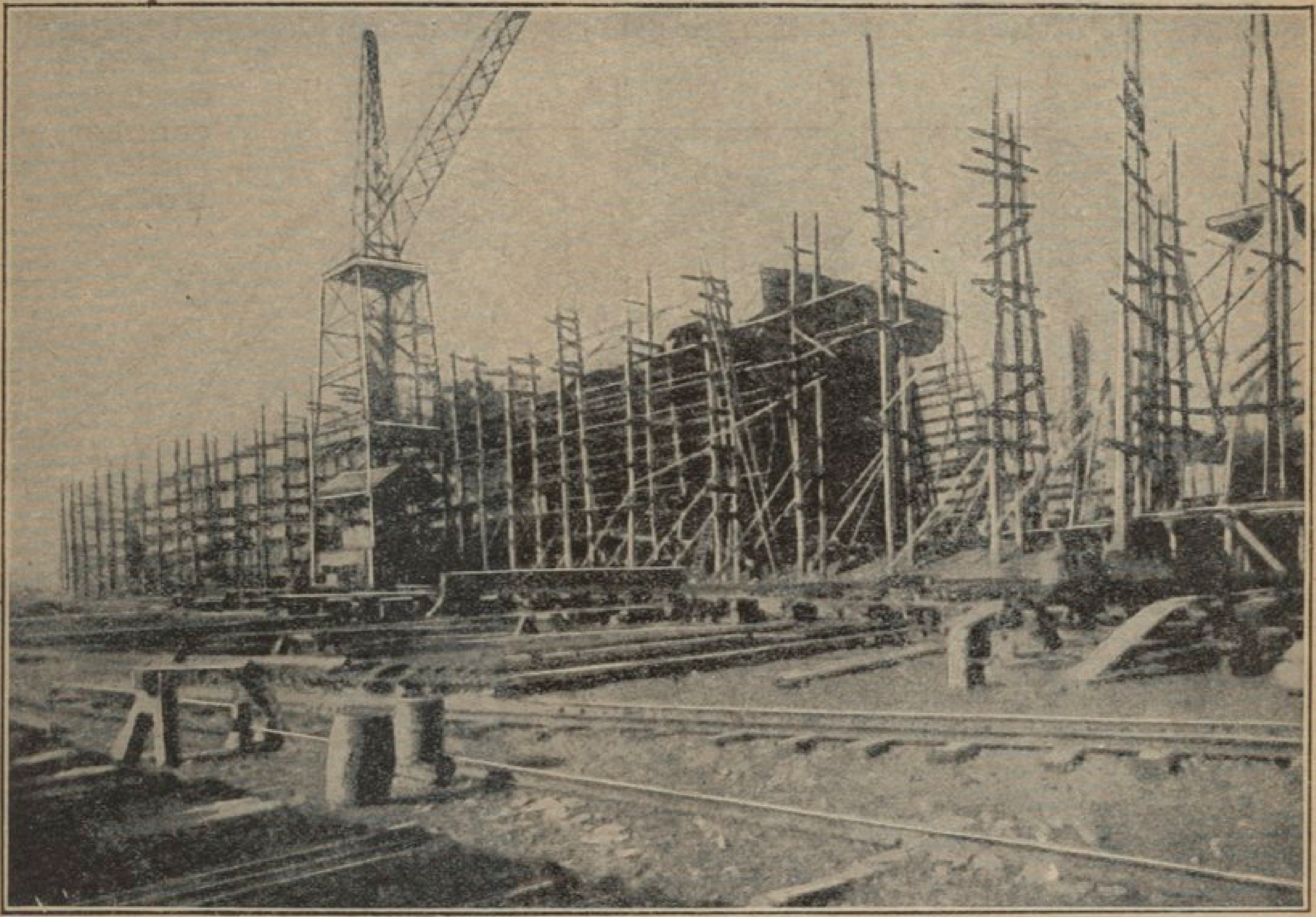
Le pont L *est formé par la juxtaposition de poutres longitudinales appelées barrots. Des ouvertures carrées, ou écoutilles, sont ménagées dans les ponts pour le chargement des marchandises ; elles sont recouvertes de panneaux d'écoutilles* B. *Le navire repose sur la quille* C, *sous laquelle est placée une semelle* O. *L'entrepont* N *est soutenu par les carlingues* K *et les porques* H. *Des quilles de roulis* D *empêchent le navire de rouler trop fortement. Les ponts sont soutenus par des consoles de courbes du pont* E. *Les pavois* P *et la lisse* Q *constituent les bastingages qui défendent le pont contre les vagues.*

Notons en passant que le charbon, qui se payait 28 francs les 1.000 kilogrammes au port de Marseille en juillet 1914, valait 140 francs en 1916. Les matières de graissage ont vu leurs prix doublés et les frais de nourriture des équipages ont augmenté de 50 %. Dans ces conditions, les armateurs se montraient très exigeants au point de vue des surestaries, dont le taux avait plus que triplé dans nombre de ports. Ainsi s'explique le fait

que le transport d'une tonne de marchandise de Melbourne à Liverpool ait atteint 95 shillings en 1915 au lieu de 43 shillings en 1912. On a évalué à plus de 700 millions nos débours d'argent annuels de ce fait, ce qui constitue une perte sèche.

Pendant la première période de la guerre sous-marine, on a semblé croire que l'activité développée par l'industrie des constructions navales, dans les pays alliés et chez les neutres, permettrait de compenser largement le montant des pertes dues aux torpilles et aux mines.

Un important effort a été fait dans cette voie, malgré les difficultés considérables provenant du manque de matières premières et de la pénurie de main-d'œuvre. En effet, la plupart des chantiers navals des pays de l'Entente travaillent exclusivement pour la guerre ou sont en chômage. Le prix de la tonne de navire ayant monté d'environ 400 %, il s'est cependant créé, grâce à l'appât du gain, un certain nombre de chantiers nouveaux, et quelques maisons déjà importantes ont développé considérablement leurs moyens de production. Cette activité s'est principalement manifestée dans les pays neutres européens et au Japon, mais elle a pris son plus grand essor aux Etats-Unis, où des résultats très importants seront atteints dès l'année en cours. Le Bureau de la Navigation à Washington estimait qu'au 30 juin 1917, on avait lancé un million de tonnes en navires de commerce depuis la même date de l'année 1916. Suivant cette statistique officielle, il devait rester 125 bâtiments en acier, jaugeant 616.000 tonnes, sur les chantiers, d'après les résultats acquis en janvier 1917. Depuis cette époque, pourtant récente, on évalue à 1.500.000 tonnes le tonnage des navires marchands sur cale ou en commande aux Etats-Unis.



CHANTIERS DE LA MARYLAND STEEL C°, A BALTIMORE (ÉTATS-UNIS)

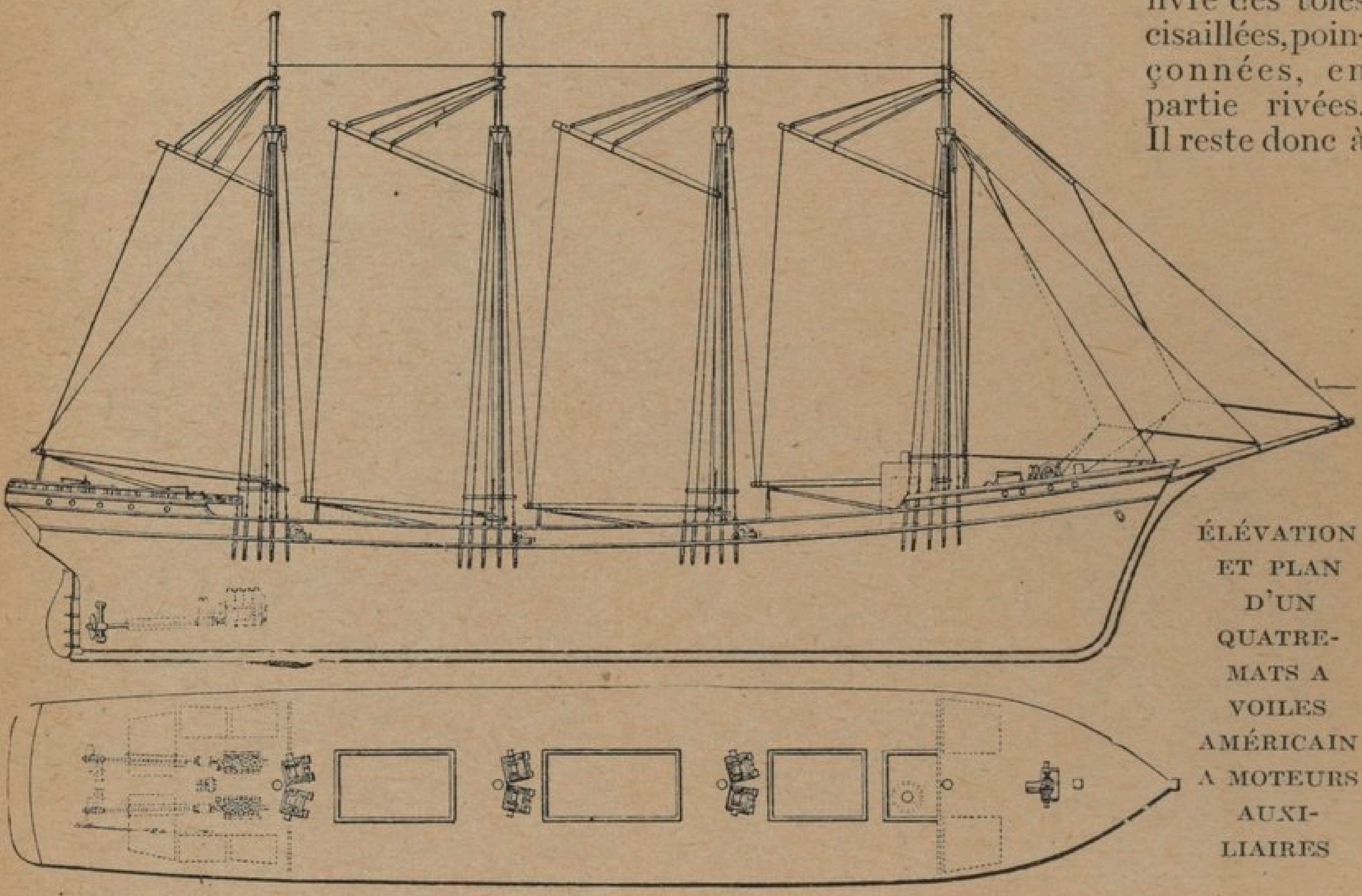
Cette photographie a été prise pendant la construction de deux grands bateaux charbonniers Orion *et* Jason, *commandés par la marine américaine pour le ravitaillement de ses bases navales.*

La construction navale est, en effet, devenue une industrie rémunératrice au premier chef. On peut signaler notamment le fait suivant : un navire de 13.000 tonnes, commandé en août 1914, au prix d'environ 325 francs la tonne, a rapporté, pendant ses deux premiers voyages, 100 % de son prix de revient,

et si on le mettait en vente actuellement, il vaudrait plus de 1.150 francs la tonne. On comprend donc que quatorze nouveaux chantiers se soient installés aux Etats-Unis depuis un peu plus d'un an et que l'on compte actuellement dans ce pays trente-huit maisons importantes s'occupant de constructions navales.

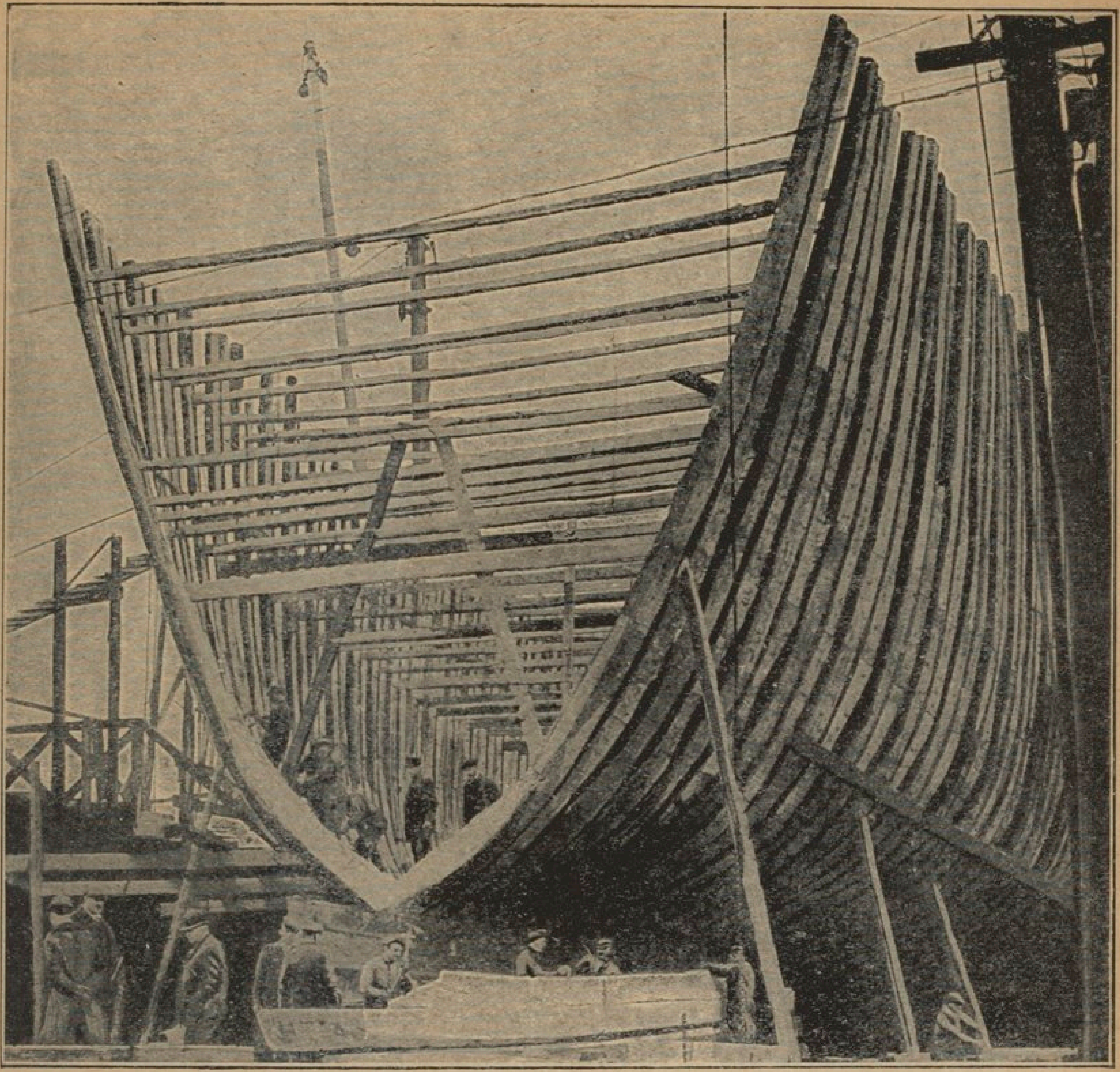
Ce n'est pas que ce genre d'industrie soit complètement exempt de difficultés de l'autre côté de l'Atlantique, car on y manque de tôles d'acier et de main-d'œuvre, bien que la production de fonte ait atteint en 1916 l'énorme total de 40 millions de tonnes correspondant à 18 millions de tonnes d'acier Martin et à 15 millions de tonnes de métal Bessemer. Les laminoirs travaillent jour et nuit, alimentés par de nouveaux hauts-fourneaux et les tôles de navires se vendent environ 700 francs la tonne, avec des délais de livraison qui varient de six à douze mois. Les machines-outils et les appareils de levage ont augmenté de 50 à 200 % par rapport aux prix d'il y a deux ans et les constructeurs ne veulent plus prendre aucun engagement ferme quant aux dates de livraison.

Le perfectionnement des méthodes de travail a permis d'accélérer le montage des coques, tout en réduisant les dépenses de main-d'œuvre. Aux chantiers de Chester, de la Sun Shipbuilding C°, qui ont quatorze navires sur cale et en commande, les trois quarts des pièces d'acier nécessaires à la construction sont livrées entièrement prêtes à être montées. Cette maison ne construit que deux types de cargos à marchandises jaugeant 8.000 ou 10.000 tonnes et un modèle de « Tank Steamer » de 10.000 tonnes pour le transport du pétrole, dont toutes les pièces sont interchangeables. Elle a pu traiter avec une puissante société de constructions métalliques, l'American Bridge C°, qui lui livre des tôles cisaillées, poinçonnées, en partie rivées. Il reste donc à terminer le montage sur cale en assemblant tous les éléments provenant des ateliers des sous-traitants. Cette unification des spécimens de coques et de machineries a été aussi adoptée par un certain nombre de maisons anglaises qui livreront désormais des bâtiments construits suivant des dessins uniformes. C'est ce que l'on appelle outre-Manche la « Standardisation », c'est-à-dire l'uniformisation des éléments des navires, des locomotives, des automobiles et, en général, de tout matériel destiné à l'industrie.



ÉLÉVATION ET PLAN D'UN QUATRE-MATS A VOILES AMÉRICAIN A MOTEURS AUXILIAIRES

Une puissante compagnie anglaise, la Standard Shipbuilding and Engineering C°, au capital de 8 millions de francs, a installé, dans ce but, à Chepstow, sur la Wye, un chantier et des ateliers de machines. Les actionnaires de cette



VUE DE LA MEMBRURE D'UN NAVIRE EN BOIS EN COURS DE MONTAGE

Les couples sont formés de pièces de bois assemblées de manière à constituer un ensemble très solide depuis la quille jusqu'aux pavois.

société ne sont autres que les principales firmes de constructions navales anglaises dont les administrateurs sont entrés dans le Conseil de la nouvelle affaire, présidé par M. James Caird, le célèbre constructeur de Greenock.

D'ailleurs, les constructions navales sont maintenant soumises, en Angleterre, en ce qui concerne la flotte commerciale, à la haute surveillance de sir Joseph Paton Maclay, ancien chef des chantiers Maclay et Mac Intyre, de Glasgow, qui a été nommé contrôleur général de la Navigation *(Shipping controller)*. La diminution des modèles et leur réduction à un petit nombre de « Standards », affectés chacun à un service spécial, ont, par conséquent, permis de réaliser d'importantes économies de matières et de main-d'œuvre. La plupart des nouveaux chantiers se sont équipés pour construire en série un ou deux types de bateaux de commerce. Par exemple, sur la côte de l'Atlantique, il existe sur cale, dans trois chantiers différents, 24 navires de 8.000 tonnes complètement identiques. Sur les Grands Lacs, on peut voir en construction 23 bâtiments semblables du modèle dit « du Canal Welland ». L'établissement à bon marché des machines motrices a été également envisagé avec succès par de grandes maisons, telles que la General Electric et la Compagnie Westinghouse, qui ont monté très ra-

pidement la fabrication en série de turbines à vapeur munies de mécanismes démultiplicateurs à engrenages.

Etant donné la forte demande de tôles d'acier, tant pour la construction navale que pour les besoins de la guerre et des arsenaux de l'Etat, on a installé aux Etats-Unis environ vingt-cinq chantiers destinés à la construction de schooners en bois qui sont tous des quatre-mâts et des cinq-mâts à moteurs auxiliaires. La longueur de ces voiliers varie de 60 à 80 mètres et ils déplacent de 1.500 à 3.000 tonnes. Des moteurs à combustion interne leur impriment une vitesse de huit nœuds. Le général Goethals, ancien ingénieur en chef des travaux du canal de Panama, a été mis à la tête du service chargé de coordonner les efforts faits en vue de la construction rapide d'une importante flotte commerciale américaine de navires en bois.

AMIRAL GRANT

Chargé spécialement de l'étude des questions sous-marines aux Etats-Unis.

Les principaux centres de cette nouvelle industrie sont situés sur les côtes de la Nouvelle-Angleterre, en Floride, et sur la côte du Pacifique, entre Portland et Seattle ; ce dernier district est admirablement placé, étant à proximité des immenses forêts de pins de l'Oregon.

C'est une rénovation intéressante de l'ancienne marine à voiles des Etats-Unis qui a brillé d'un si vif éclat pendant la première moitié du XIX^{e} siècle. Les « clippers » partant de Boston, de Savannah et des autres ports de l'Atlantique, portaient au loin d'importants chargements de coton. Leur vitesse atteignait 14 nœuds, et les anciennes gravures que l'on a conservées attestent l'élégance de leurs formes, qui fait le plus grand honneur aux architectes navals, de cette époque. (Voir la figure de la page 12).

Sous l'influence de ces circonstances favorables à la vente des navires, le tonnage des bâtiments construits aux Etats-Unis en 1916 a atteint 560.000 tonnes, alors qu'il avait baissé rapidement de 276.000 tonnes en 1913, à 200.000 tonnes pour 1914 et à 177.000 en 1915, un des chiffres les plus bas que l'on ait enregistré depuis dix ans.

La place nous manque pour donner le détail des unités lancées en 1916, mais on peut noter un grand nombre de grands pétroliers de plus de 120 mètres de long. Parmi les plus beaux, citons le vapeur-citerne à deux hélices *H.-H. Rogers*, livré à la Standard Oil C^{o} par les chantiers de Newport-News, navire de 155 mètres de long sur 21 de large, ayant donné une vitesse de 10 nœuds et demi en service.

La New-York Shipbuilding C^{o}, à Candem, et les Union Iron Works, à San Francisco, ont notamment livré à des sociétés pétrolières les grands navires-citernes *Standard-Arrow*, *Royal-Arrow* et *D.-G.-Schofield*, filant 11 nœuds en service et munis de machines à vapeur à quadruple expansion de 3.300 chevaux. Actuellement, plusieurs pétroliers de 17.000 tonnes sont en montage dans les divers chantiers.

Un grand nombre de ces tanks-steamers sont construits suivant un système spécial à membrures longitudinales, inventé par M. J. W. Isherwood, dont les brevets ont été appliqués sur un grand nombre de cargos représentant, à l'heure actuelle, plus de 750.000 tonnes.

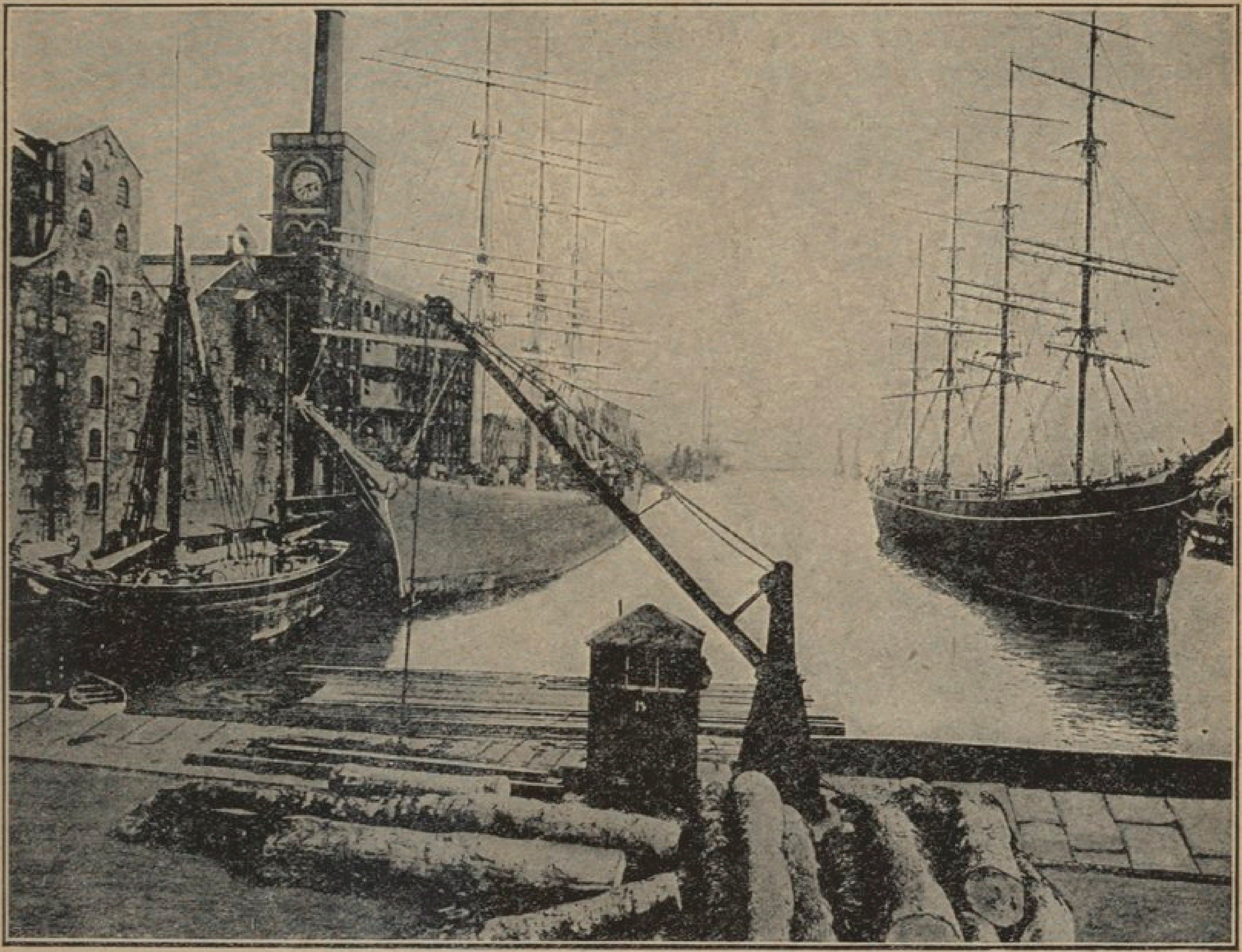
Les chantiers japonais se sont taillé une large part dans les profits que procure actuellement leur industrie, et le tonnage total lancé par eux en 1916 a dépassé 150.000 tonnes. Pendant les neuf premiers mois de 1916, les Osaka Iron Works ont lancé 14 navires déplaçant 38.000 tonnes, tandis que 6 bâtiments de 36.000 tonnes au total étaient mis à l'eau à Nagasaki par la Mitsubishi C^{o}. Les Kawasaki Dockyards, à Kobe, lançaient pendant la même période 5 bâtiments d'un total de 22.000 tonnes.

Un autre groupe important de fournisseurs est constitué par les pays scandinaves et par la Hollande, mais la production globale de leurs chantiers est loin d'atteindre celle des Etats-Unis.

Les chantiers norvégiens, notamment, n'ont produit l'an dernier que 39.000 tonnes de constructions neuves, soit une diminution de 17.000 tonnes par rapport aux chiffres de 1915. Ce fléchissement est dû notamment à la difficulté qu'éprouvent les constructeurs de la Norvège à

se procurer toutes les quantités d'acier nécessaires à leurs commandes actuelles.

La Suède, autrefois limitée à environ 20.000 tonnes, s'est efforcée d'accroître l'importance de ses chantiers dont l'un, situé à Gothenburg, a lancé l'an dernier le *Skagern*, de 8.000 tonnes de jauge, qui est le plus grand navire qu'on ait jamais construit dans ce royaume scandinave.



BASSIN RÉSERVÉ AUX VOILIERS DANS UN GRAND PORT ANGLAIS

On voit que, malgré le développement important pris par la navigation à vapeur, les voiliers sont encore en grand nombre dans les bassins maritimes européens.

Pendant ces dernières années, le Danemark avait obtenu de beaux résultats en constructions navales, grâce surtout aux travaux de l'importante maison Burmeister et Wain, de Copenhague, qui s'est fait une spécialité des navires propulsés par des moteurs à combustion interne, dont elle peut mettre à la mer un peu plus de 60.000 tonnes par an.

En Hollande, le manque de matériaux de construction et de main-d'œuvre s'est fait également sentir, car l'approvisionnement de ce pays en matériaux et en combustibles dépend presque totalement aujourd'hui de la bonne volonté de l'Allemagne et des Etats-Unis, puisque la production des pays de l'Entente est à peine suffisante pour leurs propres besoins.

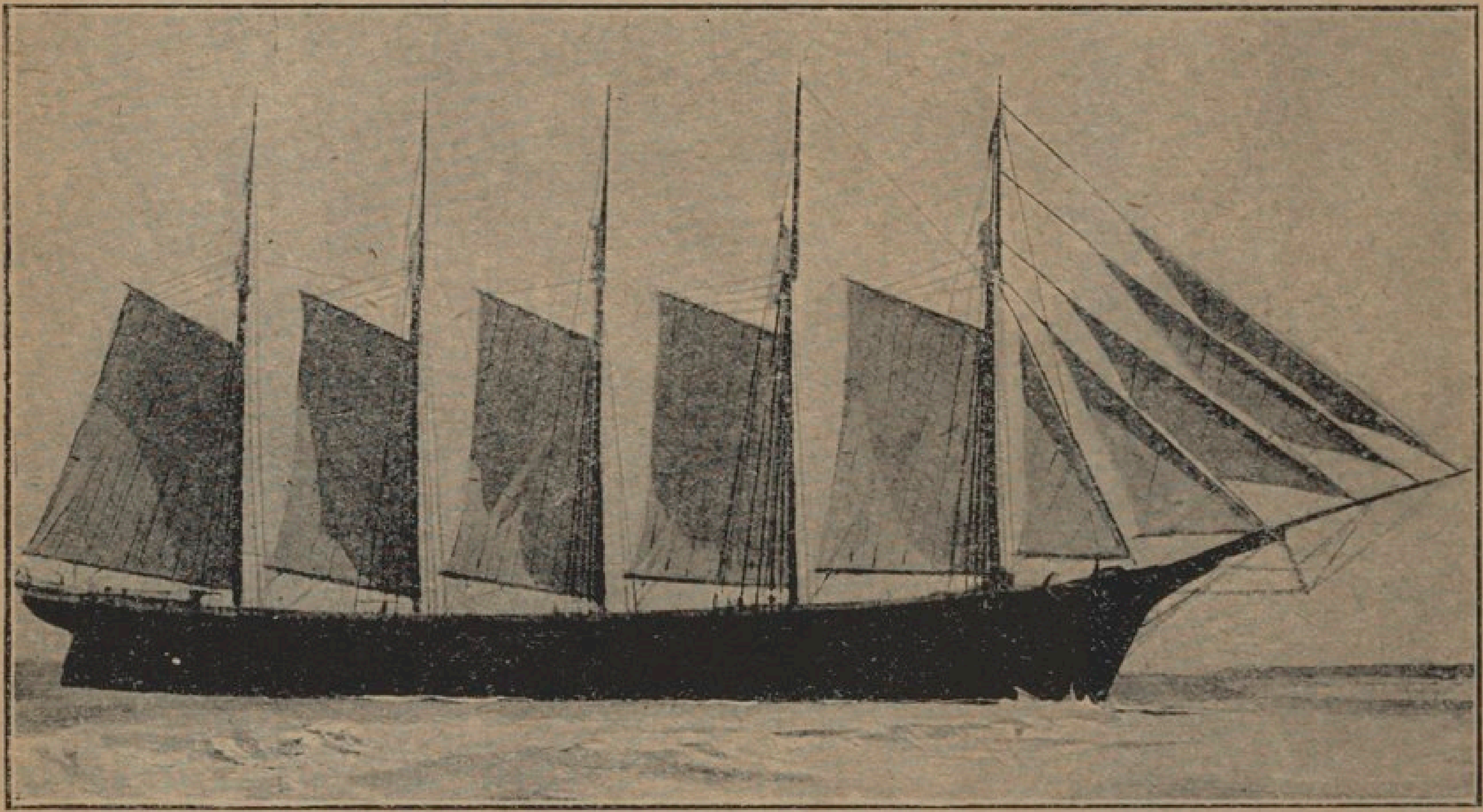
Les chantiers hollandais ont certainement gagné beaucoup d'argent en 1916, car, en décembre 1914, ils n'avaient en construction que 14.000 tonnes pour l'armement étranger, tandis qu'en juin 1916 leurs carnets mentionnaient 161.000 tonnes pour l'exportation et 300.000 tonnes pour des propriétaires du pays.

On peut dire que, grâce au développement pris partout par les constructions navales, les désastreux résultats de la guerre sous-marine étaient à peu près palliés, quant au matériel du moins, jusqu'à l'époque où l'Allemagne décida de passer outre à toutes les conventions et de torpiller indistinctement les navires chargés de matériel ou d'approvisionnements quelconques, sans oublier les navires-hôpitaux, ni ceux qui, par entente

spéciale avec nos ennemis, étaient chargés de faire vivre, tant bien que mal, les malheureuses populations des pays envahis.

Ces circonstances nouvelles ont subitement aggravé la situation à un point tel que si elles se maintenaient pendant toute la durée de la guerre, il n'y aurait pas de possibilité de conjurer la crise dans son état aigu. Les pertes françaises ont dépassé 500 000 tonnes et celles de l'Angleterre et des neutres effraient l'imagination. M. Lloyd George, l'énergique « Premier anglais, n'a pas hésité de nouveaux éléments de lutte, ainsi que de nombreux canons montés sur des navires de commerce aura une excellente influence sur les résultats de la lutte.

Bien que les chantiers américains doivent livrer, d'ici à quelques mois, plus de 400 vapeurs jaugeant environ 1.500.000 tonnes et un important tonnage de navires en bois, il est évident que la production mondiale pendant l'état de guerre ne dépassera guère 4 millions de tonnes par an, quand tous les chantiers alliés et neutres, actuellement en cours



SCHOONER EN BOIS A CINQ MATS « HELEN W. MARTIN » CONSTRUIT AUX ÉTATS-UNIS

Ce beau bateau mesure 85 m. 40 de longueur et 14 m. 50 de largeur ; il a 6 m. 40 de creux et son tonnage brut est de 2.265 tonnes. Il est établi sur le modèle des anciens « clippers ».

à signaler le péril à ses compatriotes du haut de la tribune et à prendre en main l'étude de nouveaux moyens susceptibles de combattre efficacement les nombreux submersibles à grand rayon d'action que ne peuvent plus maîtriser nos flottilles de patrouilleurs.

Jusqu'au mois de juillet 1916 les pertes totales trimestrielles étaient toujours restées inférieures à 34.000 tonnes. Depuis cette époque, elles ont atteint successivement 497.000 tonnes, 926.000 tonnes, puis enfin 1.500.000 tonnes pour le premier trimestre 1917 et 850.000 tonnes pour le seul mois d'avril. Tout cela malgré l'emploi incessant de moyens de protection que la discrétion nous interdit de faire connaître. Le mois de mai a été meilleur, et l'entrée en service progressive d'installation ou d'agrandissement, auront atteint leur plein rendement. C'est beaucoup moins que ce qui pourra disparaître en peu de temps sous les coups combinés des torpilles et des mines sous-marines allemandes. Il faut remarquer, en effet, que la production annuelle des chantiers anglais est tombée de 2 millions à 620.000 tonnes et que la France est dans l'impossibilité de construire des navires neufs en grande quantité faute de matières premières et de main-d'œuvre.

A l'heure actuelle, Dunkerque termine 20.000 tonnes, le Havre 27.000 tonnes, Saint-Nazaire 43.000 tonnes, dont le *Paris*, de 33.000, pour la Compagnie Générale Transatlantique, et enfin la Seyne-Toulon 55.000 tonnes ; en tout 145.000 tonnes. A peu près la moitié,

c'est-à-dire 65.600 tonnes, représente des cargos. Or, nos pertes dépassent aujourd'hui plus de 500.000 tonnes.

Peu à peu, les steamers allemands pris ou internés dans les ports alliés, ont été ou vont être remis en service, mais ce n'est encore là qu'un palliatif à une situation qui s'aggrave de jour en jour.

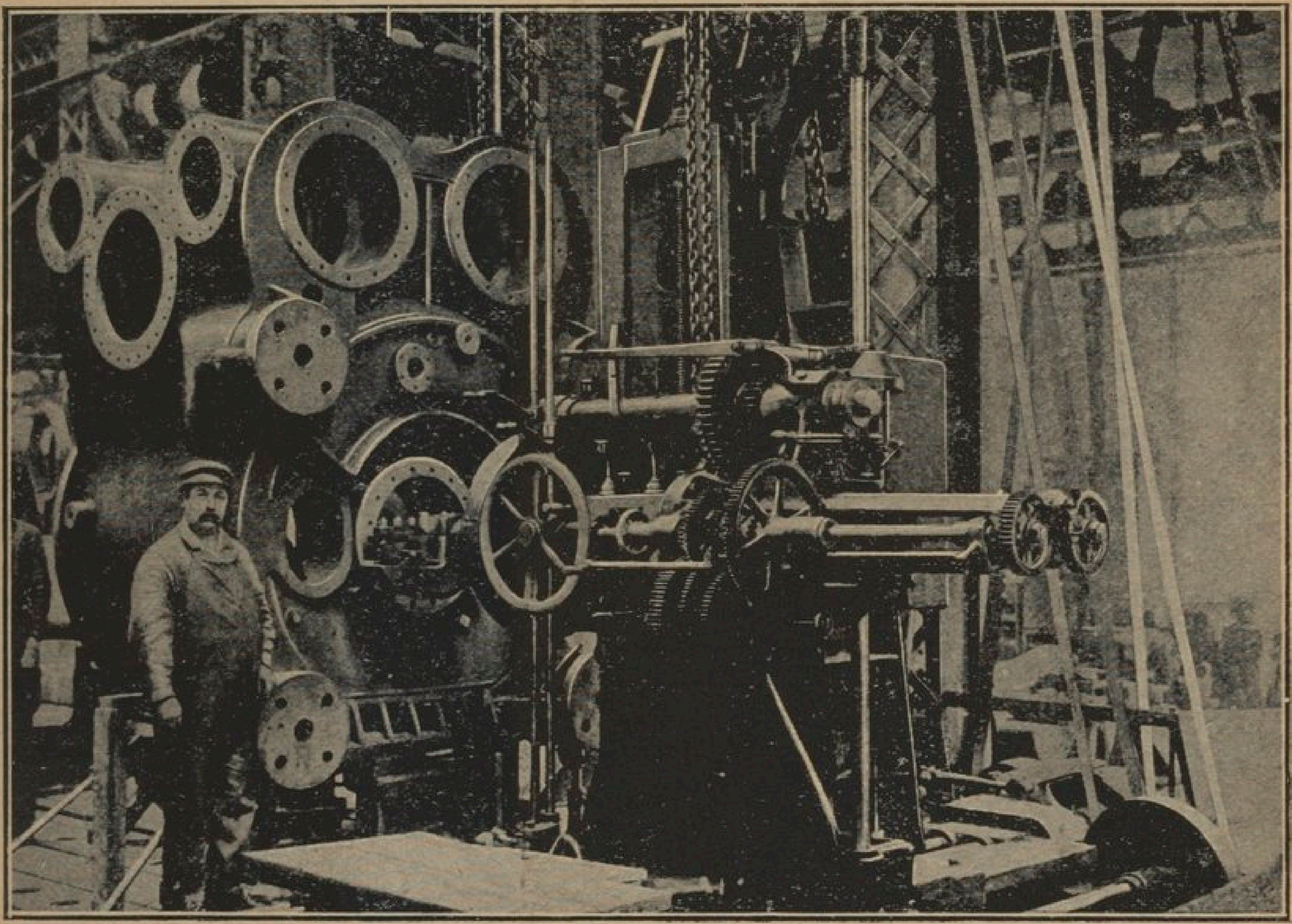
La décision prise par les puissances de l'Entente de munir d'artillerie leurs transports commerciaux a permis à un certain nombre d'entre eux d'échapper aux attaques des sous-marins et même d'en couler quelques-uns. Etant donné le grand nombre d'unités qu'il s'agit d'armer, on conçoit que l'on manque de pièces et d'artilleurs pour donner à cette mesure toute l'ampleur qu'elle comporte.

Une fois la paix assurée, on peut prévoir que le fret restera très rémunérateur, au moins pendant un certain nombre d'années, jusqu'à ce que les peuples européens, attaqués par les empires centraux, aient reconstitué leur outillage et leur armement. Mais il est probable que grâce au grand développement pris par la marine commerciale, des deux côtés de l'Atlantique, les prix de transport cesseront d'être prohibitifs pour rentrer dans les limites honnêtement admises, qui assurent aux armateurs des bénéfices normaux et compatibles avec la marche régulière du commerce.

Il serait temps que la France songeât à conserver sa part dans les recettes du métier transporteur et ne s'exposât pas à se voir obligée de payer chaque année à l'armement étranger des sommes énormes pour l'importation de ses aliments ou de ses matières premières, ainsi que pour l'exportation de ses propres produits.

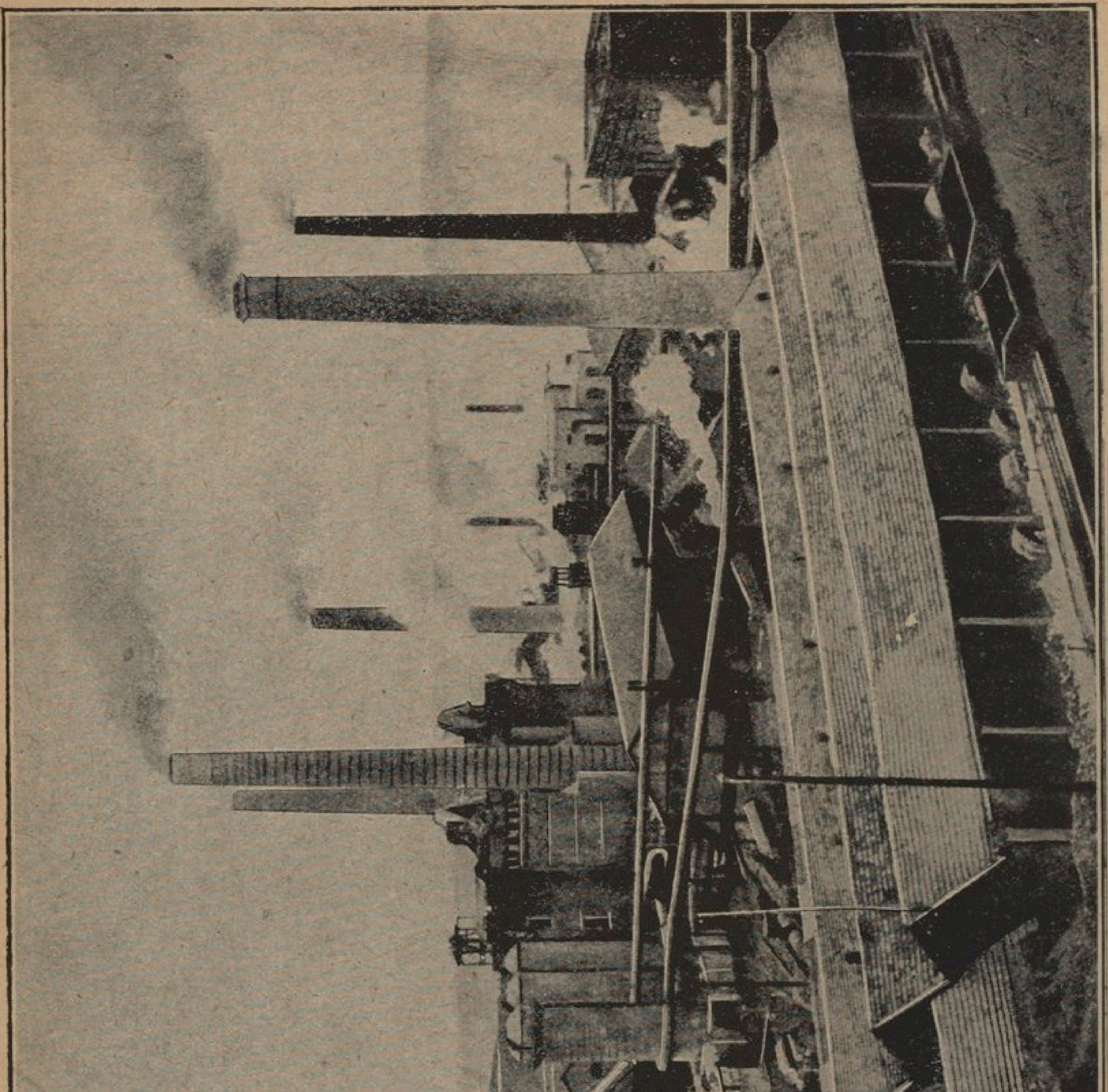
Nous pouvons dire, après bien d'autres, qu'il nous faut, si nous voulons conserver notre rang de grande nation, plus de navires, plus de marins et, en général, plus de toutes les choses qui sont nécessaires pour fabriquer et pour livrer à bon marché les produits de notre activité industrielle et commerciale.

MAURICE AJAM,



MACHINE A ALÉSER LES CYLINDRES DE MOTEURS MARINS

Ce puissant outil est installé dans les ateliers de construction de machines marines appartenant aux chantiers navals de Newport-News (Etats-Unis).



VUE D'ENSEMBLE DES HAUTS FOURNEAUX, ET DE LEURS ANNEXES, DANS UNE GRANDE USINE MÉTALLURGIQUE FRANÇAISE

LA CONSTRUCTION, LE FONCTIONNEMENT & LA PRODUCTION D'UN HAUT FOURNEAU

Par Joseph QUITARD
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

L'INDUSTRIE de l'acier n'est pas belle seulement en soi, mais elle doit aussi son grand intérêt au rôle immense qu'elle jouera dans l'évolution de la vie moderne et dans la future expansion économique des peuples, dont elle se trouve commander en majeure partie l'avenir.

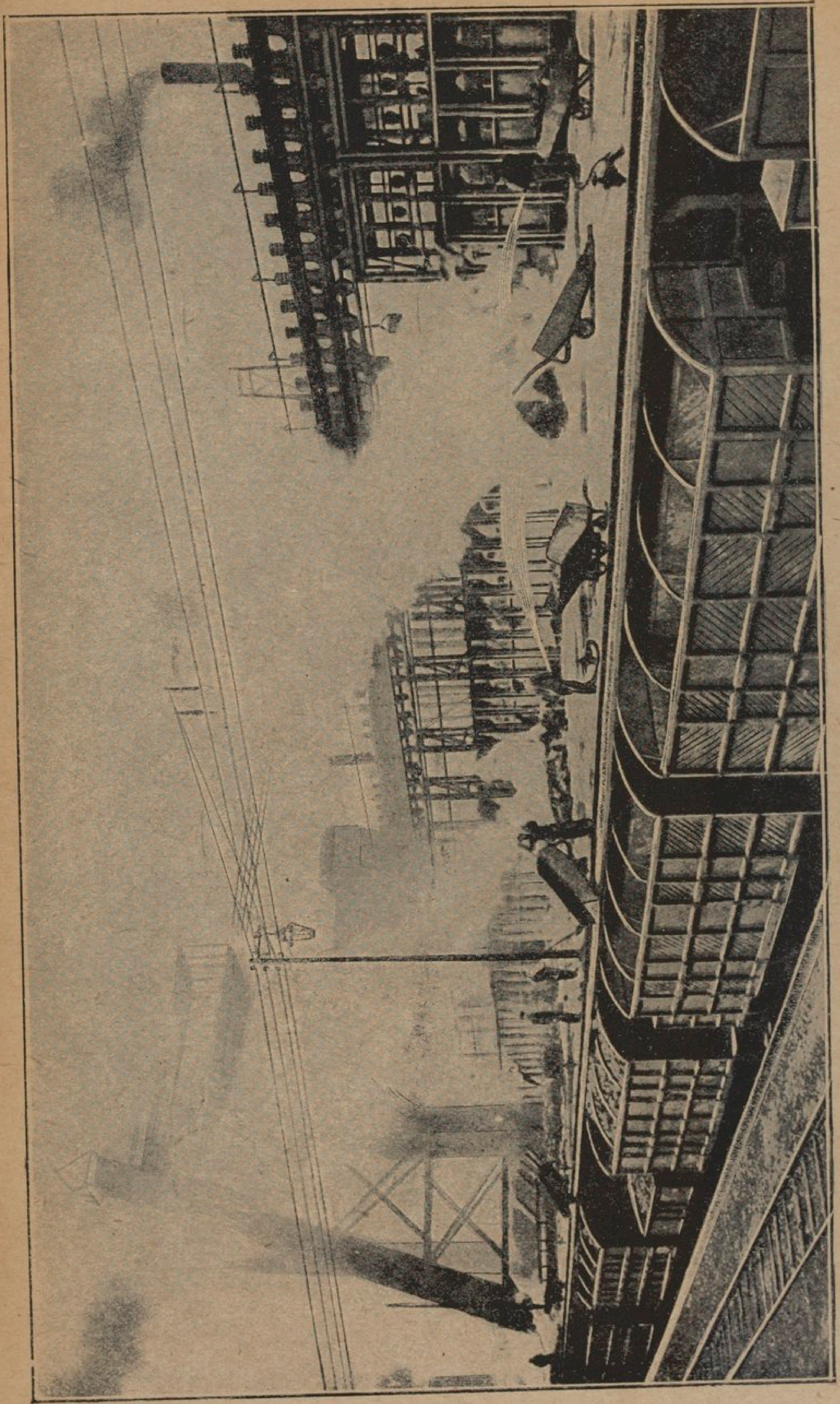
Le fer et le carbone — corps que l'on trouve abondamment dans la nature — peuvent s'allier en proportions variables pour donner des composés dont les propriétés changent suivant leur teneur en carbone.

Tant que la proportion de carbone reste inférieure à 0,05 %, les propriétés du corps ainsi obtenu ne varient guère, et c'est, en somme, ce métal légèrement carburé que l'industrie de toutes les nations a livré depuis des siècles sous le nom de fer.

Quand la teneur en carbone dépasse 0,05 %, on peut constater que la résistance du composé obtenu augmente peu à peu. Le métal ainsi préparé jouit, en outre, d'une propriété nouvelle : il prend « la trempe », c'est-à-dire qu'il devient extrêmement dur

LE CARREAU D'UNE MINE DE FER, DANS LE BASSIN DE BRIEY

Le minerai, remonté des profondeurs de la mine, est emmagasiné dans d'immenses réservoirs en tôle nommés « accumulateurs ». Sous ces accumulateurs viennent se remplir automatiquement, par un procédé spécial de chargement, les wagons rangés à la file.



UNE BATTERIE DE FOURS A COKE DANS UN ÉTABLISSEMENT MÉTALLURGIQUE POURVU D'UN OUTILLAGE MODERNE

Le coke a été sorti incandescent des fours qu'on voit au second plan de la photographie ; des ouvriers l'arrosent d'eau pour l'éteindre. Le coke est ensuite chargé dans des wagons qui le transportent au pied des hauts fourneaux.

lorsqu'on le plonge au rouge dans de l'eau. De plus, son point de fusion diminue au fur et à mesure que l'on augmente sa richesse en carbone. On peut donc le liquéfier facilement et le mouler, mais il perd alors de sa souplesse et devient cassant.

A ce métal jouissant de propriétés nouvelles on a donné le nom général d'acier.

Si la proportion de carbone atteint de 3 à 4 %, on obtient une masse grenue et rugueuse, de couleur grisâtre, extrêmement cassante, n'ayant plus ni malléabilité, ni résistance, mais se liquéfiant à une température relativement basse à laquelle ce métal est alors extrêmement fluide : c'est de la fonte.

Les fers sont obtenus comme il suit : on charge dans un four environ 200 kilogrammes de fonte, que l'on amène à l'état liquide et qu'un ouvrier brasse au moyen d'un crochet : c'est le « puddlage ». Les réactions causées par les gaz oxydants du foyer et par le revêtement siliceux du four, sont favorisées par le brassage et provoquent l'élimination du carbone ainsi que des autres corps étrangers. Le fer apparaît alors sous forme de grumeaux qui viennent flotter à la surface du bain liquide. La fabrication du fer est lente, coûteuse et extrêmement pénible pour l'ouvrier.

Donnons maintenant quelques rapides indications sur les procédés les plus usités de fabrication de l'acier.

Dans le « procédé au convertisseur », on charge de fonte liquide, jusqu'à concurrence de 25 tonnes, une vaste cornue métallique dans laquelle on injecte, par des tuyères, un courant d'air. L'oxygène de l'air brûle les différentes impuretés de la fonte et réduit sa teneur en carbone. La « conversion » de la fonte demande environ vingt minutes. Le convertisseur acide, tel qu'il avait été conçu par Bessemer, ne pouvait traiter que des fontes exemptes de phosphore, ce qui éliminait *ipso facto* les fontes très abondantes provenant des minerais phosphoreux. Comme ces gisements sont très répandus en France, il était important de trouver moyen de les utiliser pour l'industrie métallurgique.

Ce mérite revient à l'Anglais Thomas, et c'est surtout son convertisseur basique que l'on emploie aujourd'hui, car il donne à lui seul les deux tiers de l'acier produit chaque année. L'autre tiers est presque entièrement fourni par le procédé Martin, qui consiste à disposer sur la sole d'un four à réverbère une charge composée de fonte et de ferrailles parfois mélangée avec du minerai. Sous l'action des flammes, la charge fond ; en réglant la composition des gaz de combustion et en agissant par des procédés spéciaux sur la nature des scories qui se forment, on arrive à transformer cette masse en acier.

Le procédé au creuset consiste à incorporer du carbone dans le fer parfaitement pur et à faire fondre le tout pour avoir l'homogénéité nécessaire. Cette méthode extrêmement lente et surtout coûteuse fournit les aciers extra-fins.

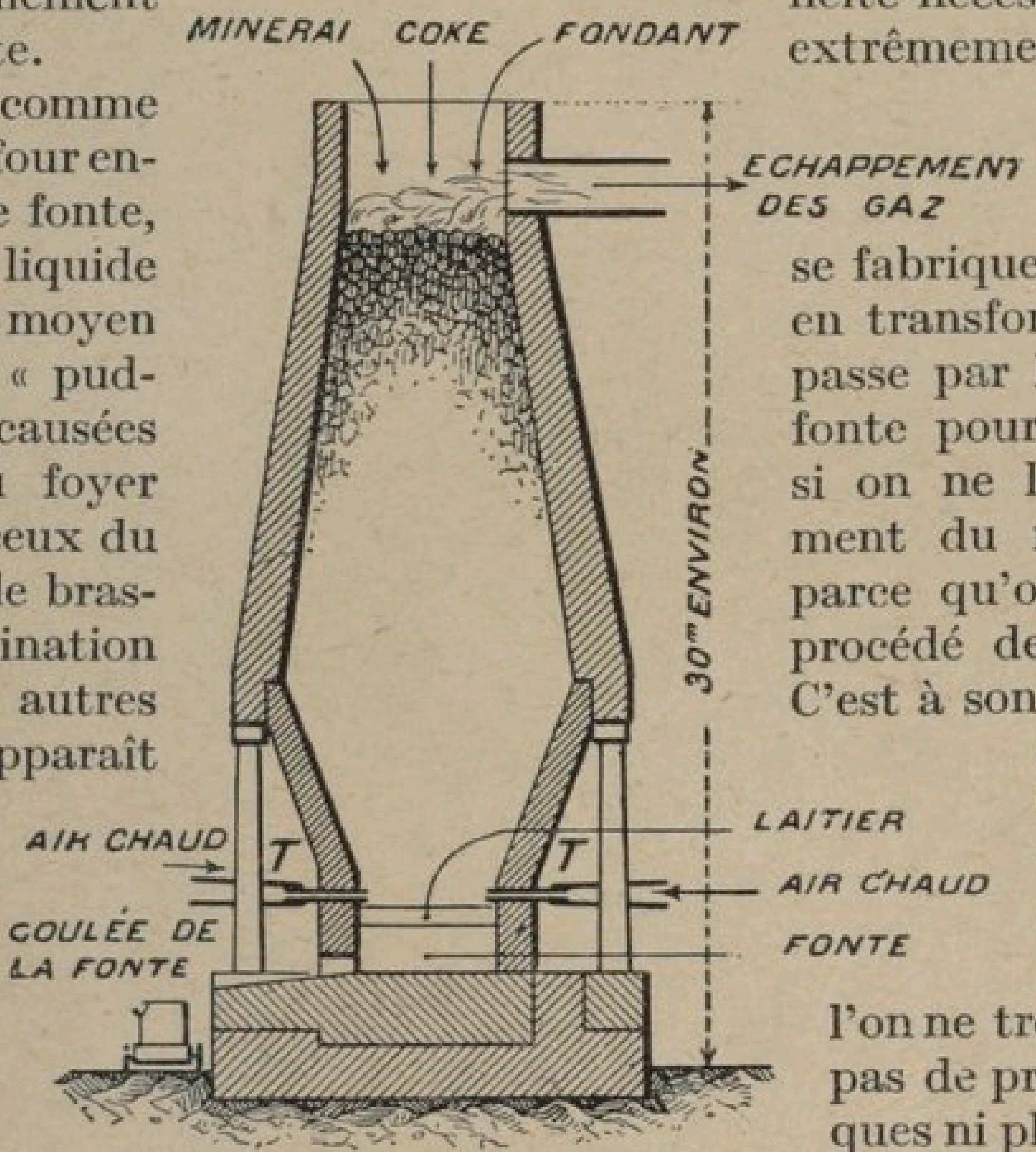


SCHÉMA D'UN HAUT FOURNEAU
T, *conduite d'arrivée d'air chaud.*

En somme, l'acier se fabrique, en partie au moins, en transformant la fonte. Si on passe par l'intermédiaire de la fonte pour fabriquer l'acier et si on ne le retire pas directement du minerai de fer, c'est parce qu'on ne connaît aucun procédé de fabrication directe. C'est à son emploi pour la fabrication de l'acier que la fonte doit l'énorme tonnage de sa production. Il y a lieu de dire, d'ailleurs, que l'on ne trouvera probablement pas de procédés plus économiques ni plus souples que ceux employés actuellement et qui permettent d'obtenir facilement, grâce au travail d'un bain de fonte, toutes les qualités de métal que l'on peut désirer pour les fabrications.

Les matières premières

Le fer n'existe pas à l'état libre dans la nature : il ne s'y trouve qu'à l'état de combinaison, c'est-à-dire qu'il est toujours uni à d'autres corps dont il est difficile de le séparer. La combinaison la plus fréquente est celle du fer et de l'oxygène : c'est un oxyde de fer. Les oxydes de fer naturels sont toujours étroitement unis à des matières terreuses, dont l'ensemble s'appelle gangue, et qui sont principalement composés de silice, de calcaire, de magnésie et d'alumine, sans parler de divers autres corps tels que phosphore, soufre, eau, etc. Un minerai est considéré comme très riche s'il contient plus de 60 % de fer ; il est pauvre s'il n'en renferme que de 25 à 40 % ; il est généralement

inutilisé si sa teneur descend au-dessous de 25 %. Nous donnons ci-dessous la composition de quelques minerais d'usage courant.

Composition de minerais

	Minerai riche en phosphore de Lorraine Siliceux	Calcaire	Minerai pur et très riche des Pyrénées
Fer	37,02	37,29	54,06
Oxygène (à l'état de combinaison)	15,80	15,91	23,16
Silice	15,52	4,50	6,01
Chaux	8,15	14,90	4,05
Alumine	6,02	5,98	0,70
Phosphore	1,14	0,63	Traces
Eau	15,27	19,20	8,44
Manganèse	»	»	3,22
Autres corps	1,08	1,59	0,36
	100,00	100,00	100,00

Ainsi donc, pour apprécier la valeur d'un minerai de fer, il faut connaître non seulement sa teneur en métal, mais encore la nature et la composition de sa gangue. On tient aussi compte, pour l'appréciation d'un minerai, de sa dureté : un minerai dur est facile à manipuler, à charger et à transporter; un minerai friable, au contraire, se désagrège pendant sa manutention et ne peut guère s'employer que sur place. Le principal minerai est l'oxyde ferrique, qui tient 70 % de fer à l'état de pureté ; d'autre part, parmi tous les minerais à base d'oxyde, le meilleur est l'hématite rouge, dont la teneur est fréquemment de 50 à 55 % et qui est facile à traiter. On utilise parfois aussi des gisements dont l'élément utile est non plus un oxyde, mais un carbonate de fer, appelé fer spathique. En grillant ce minerai, on chasse l'acide carbonique, l'eau, et on l'enrichit, car le soufre disparaît du même coup en grande partie.

Comme la majeure partie des fontes et des aciers doit être manganésée, on utilise aussi le minerai de manganèse dont on ajoute presque toujours une charge assez importante dans le haut fourneau.

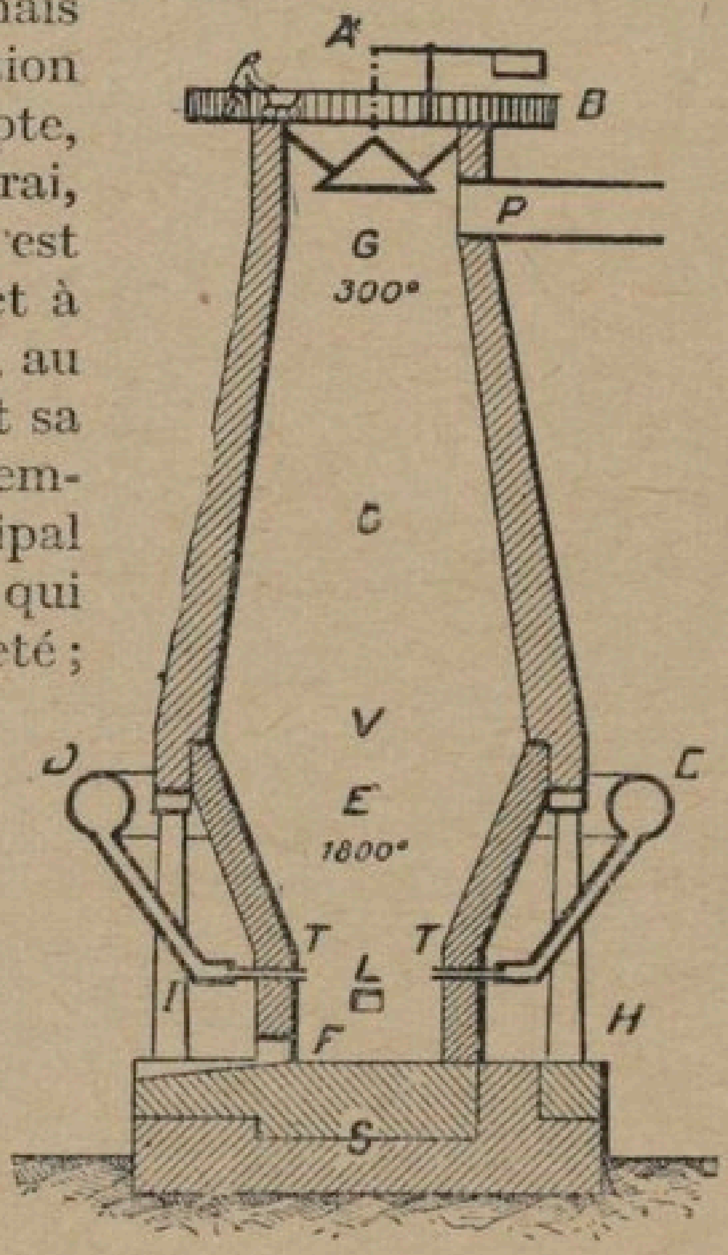


SCHÉMA EXPLICATIF D'UN HAUT FOURNEAU

A, appareil de chargement du minerai ; B, plate-forme de chargement, P, orifice d'échappement des gaz ; G, gueulard ; C, cuve ; V, ventre ; E, étalage ; DD, distributeur du vent ; TT, tuyères ; L, trou du « laitier » ; I, colonne de soutènement ; H, creuset ; F, trou de coulée ; S, soubassement du haut fourneau.

En dehors du minerai, la métallurgie fait aussi une grosse consommation de coke, qui est, à un double titre, l'agent actif du haut fourneau. C'est, en effet, lui qui attaque et décompose l'oxyde de fer, en carburant le métal, et qui, par sa combustion dans l'air chaud que l'on insuffle, réalise la température nécessaire de 1.800 degrés. En moyenne, il faut brûler un peu plus d'une tonne de coke pour produire une tonne de fonte. Si on préfère ici le coke à la houille, c'est qu'il ne colle pas au feu ; ses fragments ne s'agglomèrent pas pour former bloc, et, en brûlant, ils restent toujours en menus morceaux. Par ce moyen, les gaz et l'air qui traversent la charge, trouvent toujours le passage nécessaire, et les charges alternées de minerai et de combustible conservent leur lent mouvement de descente. Un bon coke métallurgique doit d'abord être dense et dur, afin de supporter les transports et ne pas s'écraser dans le fourneau. Il est également de toute nécessité qu'il contienne le moins possible d'eau, de cendres et de soufre.

On fabrique le coke en chauffant la houille, à l'abri de l'air, dans des cornues métalliques de 6 à 10 mètres de longueur, larges de 1 mètre environ et hautes de 2 mètres en moyenne. Sous l'influence de la chaleur, la houille distille, et les composés gazeux qu'elle contient s'échappent. Il reste dans le four, en fin d'opération, une masse solide, incandescente que l'on en extrait mécaniquement par un défournement et qui se brise en fragments, par simple refroidissement : c'est le coke. Il faut en moyenne traiter 1.333 kilogrammes de houille pour obtenir une tonne de coke.

Les gaz qui se dégagent de la cornue pendant la distillation de la houille se composent :

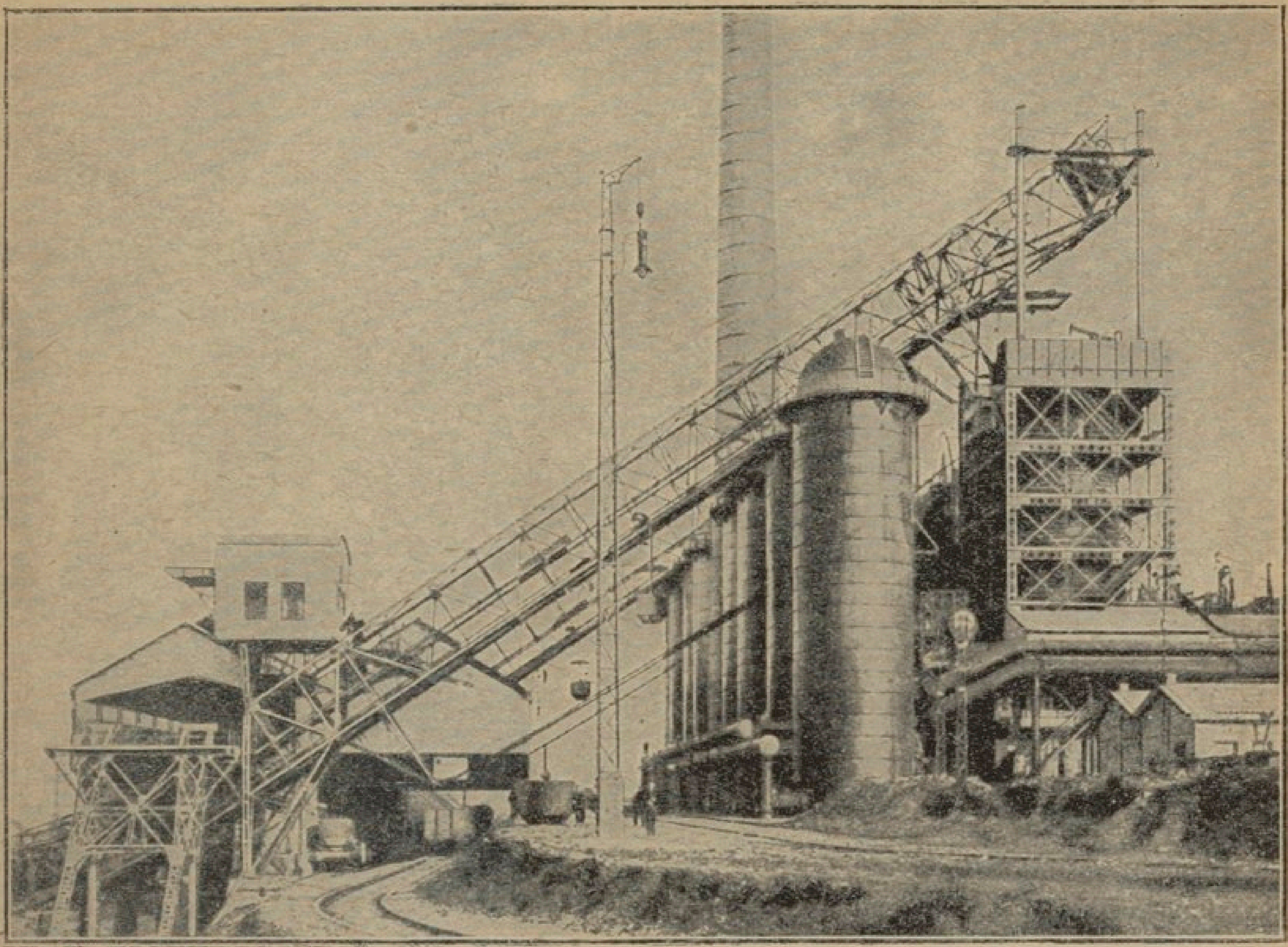
De gaz combustibles que l'on utilise soit pour l'alimentation de grandes centrales électriques, de moteurs spéciaux, soit pour l'éclairage ;

De gaz chargés d'hydrocarbures qui sont lavés et traités dans une série d'opérations afin d'en retirer les produits tels que le sulfate d'ammoniaque, le goudron, la naphtaline, les benzols, etc. ;

Depuis quelques années, toutes les installations de fours à coke permettent de recueillir séparément les gaz produits.

Le haut fourneau

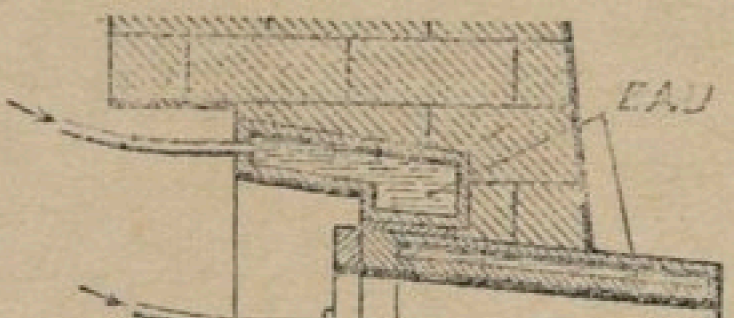
Le haut fourneau proprement dit est un appareil dans lequel on traite le minerai de fer par le coke pour obtenir de la fonte.



VUE GÉNÉRALE DE L'APPAREILLAGE D'UN HAUT FOURNEAU

A droite, on distingue le haut fourneau entouré de son ossature métallique ; derrière lui se trouvent la formidable tuyauterie des gaz et les appareils Cowper pour le chauffage du vent. L'ensemble est dominé par l'appareil de chargement qui monte automatiquement au gueulard les charges de minerai et de coke.

Un haut fourneau se compose en principe d'une cuve verticale renflée vers sa partie médiane, dans laquelle on introduit alternativement des charges de minerai, de coke et de « fondant », dont nous expliquerons plus loin la composition. Le milieu de la cuve est élargi pour faciliter la descente des matières et le bas du fourneau se resserre, se terminant par un creuset où viennent s'accumuler les produits liquides de l'opération qui sont la fonte et le « laitier », résidu des réactions. Afin d'entretenir la combustion des matières, on insuffle de l'air chaud par des tuyères, dont nous donnons un schéma. Les réactions qui se produisent dans les hauts fourneaux sont assez complexes et peuvent se diviser en trois parties principales intéressant le courant gazeux, la décomposition du minerai et l'intervention de la gangue.



COUPE D'UNE TUYÈRE

La tuyère amène l'air nécessaire à la combustion des matières et au jeu des réactions.

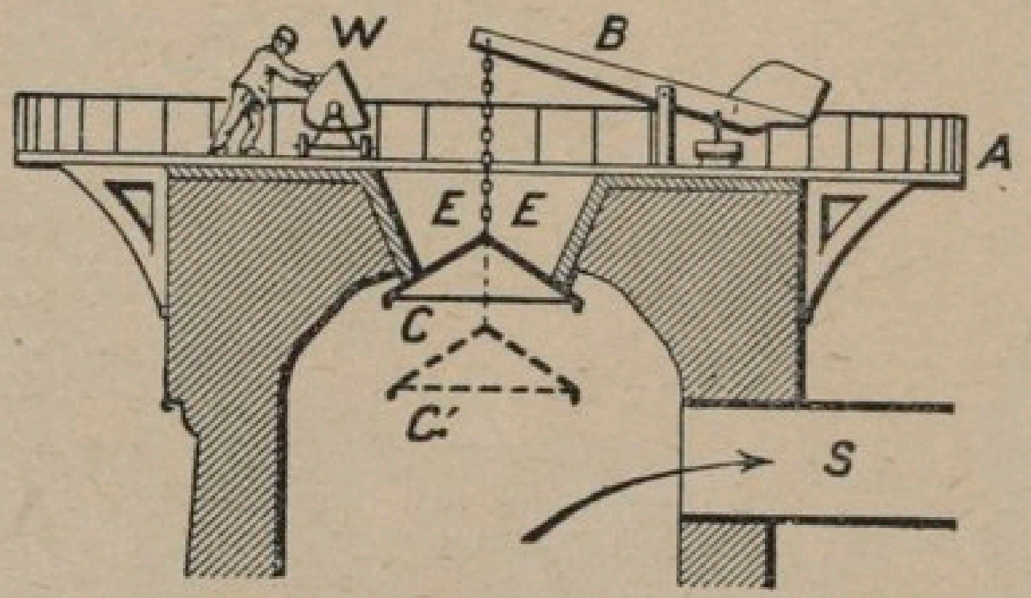
L'air chaud, insufflé par les tuyères, s'attaque au coke qui s'enflamme en dégageant de l'anhydride carbonique décomposé lui-même en oxyde de carbone et oxygène. L'azote de l'air insufflé est un gaz inerte et traverse le haut fourneau sans subir d'altération ; les gaz qui sortent de l'appareil, et qui sont soigneusement captés, sont par conséquent composés d'azote, d'oxyde de carbone et d'anhydride carbonique, car, au sommet du haut fourneau, l'oxyde de carbone s'est retransformé en acide carbonique. La décomposition du minerai est provoquée à la fois par l'oxyde de carbone du courant gazeux et par le coke ; le fer se sépare donc, mais comme il est tout imprégné

de carbone, on obtient de la fonte en réalité.

La gangue du minerai, qui représente généralement la moitié de la charge totale du haut fourneau, joue un rôle fort important ; en premier lieu, elle compte parmi les matériaux les plus réfractaires et reste à l'état solide à des températures où tous les corps connus sont depuis longtemps fondus : d'où la nécessité de réaliser dans les hauts fourneaux des températures extrêmement élevées. En effet, si la gangue n'est pas suffisamment fondue, elle peut empêcher les gouttelettes de fonte de se rassembler. De plus, cette gangue contient de la silice, qui est un des grands ennemis des hauts fourneaux, car elle cherche toujours à s'approprier le fer au fur et à mesure qu'il est libéré. La silice causerait donc une perte en fer très importante, si l'on ne prenait des mesures spéciales pour neutraliser ses effets nuisibles. Comme la silice a encore plus d'affinité pour la chaux que pour le fer, si on met une quantité suffisante de chaux dans le haut fourneau, c'est elle qui neutralise la silice en préservant ainsi le fer de son attaque. Il se forme alors un silicate de chaux qui a, en outre, la propriété de se liquéfier aisément et qui facilite la fusion générale des matières : la chaux joue ainsi le rôle de fondant, agent extrêmement important dont nous avons parlé plus haut.

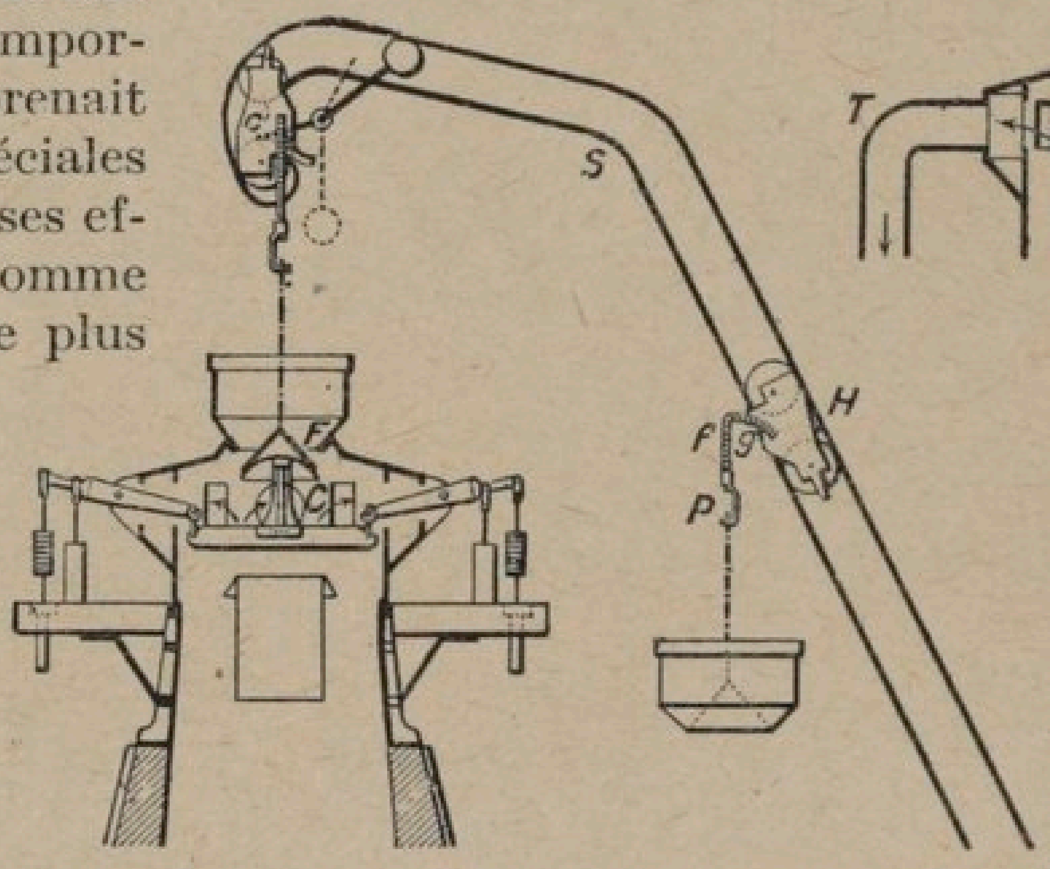
La fonte obtenue s'accumule au fond du creuset sous forme d'un liquide pâteux et incandescent surmonté d'un liquide produit par la fusion des gangues et qui s'appelle « laitier » : ce dernier constitue un mélange de tous les résidus stériles de l'opération. Amené, comme la fonte, à l'état de liquide incandescent, le laitier s'accumule, lui aussi, dans le creuset, mais sans se mêler à la fonte, car il est plus léger que cette dernière et surnage sur le bain, tandis que la fonte tombe au fond du creuset. En perçant un orifice à la hauteur voulue, on recueille le laitier, tandis que le trou de coulée de la fonte est en bas du creuset. Une partie des gaz émis par le haut fourneau sert au chauffage du vent que l'on insuffle par les tuyères et s'enfuit ensuite par une cheminée ; l'autre partie sert à la production de la force motrice par l'intermédiaire de chaudières ou de moteurs à gaz.

Un haut fourneau peut avoir, comme disent les maîtres de forges, deux « allures » : l'allure chaude est celle qu'il prend, lorsqu'on charge beaucoup de combustible et que l'on réalise des températures élevées. L'allure froide est celle qui correspond à l'emploi de moindres quantités de coke. La première de ces allures donne des fontes grises convenant spécialement pour les moulages ; la seconde fournit des fontes blanches, moins coûteuses, utilisées pour la transformation ultérieure en acier.



ANCIEN APPAREIL DE CHARGEMENT DES HAUTS FOURNEAUX

A, *plateforme ;* W, *wagonnet d'échappement manœuvré à bras d'homme ;* EE, *entonnoir ;* C, *cône mobile s'abaissant en* C' *pour laisser descendre la charge dans le haut fourneau ;* B, *balancier manœuvré hydrauliquement ;* S, *conduit d'évacuation des gaz.*



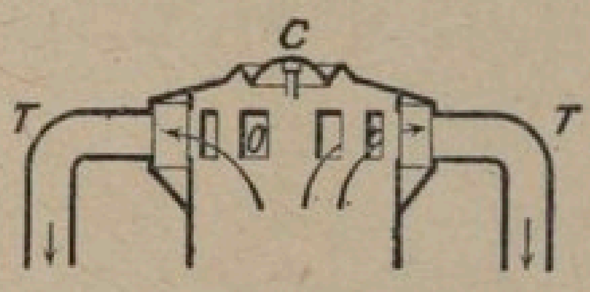


SCHÉMA DE LA PARTIE SUPÉRIEURE D'UN HAUT FOURNEAU

A gauche : appareil de chargement qui ouvre automatiquement le gueulard pour déverser la benne de coke ou de minerai et la refermer aussitôt après. A droite : coupole de fermeture C; *on aperçoit les tuyaux* TT *servant à recueillir les gaz qui s'échappent dans les ouvertures* O *d'une cavité annulaire.*

H, *chariot élevant la benne sur la charpente métallique* S; g, *surface cylindrique sur laquelle se déploie la chaîne de Galle* f, *laquelle supporte le crochet porte-benne* P. *Arrivée à l'extrémité de la poutre métallique, la benne descend dans le gueulard du haut fourneau par suite du déroulement automatique de la chaîne de Galle, le fond conique* F *s'ouvre et la charge se déverse. Puis la benne remonte et la coupole* C *du haut fourneau se referme d'elle-même par le jeu d'un système de balanciers et de contrepoids.*

La fonte, telle qu'elle sort du haut fourneau, est une matière très complexe, car elle contient du soufre, du manganèse, du silicium, et divers autres corps, et l'on distingue plusieurs variétés de ce produit :

D'abord, la fonte Thomas, destinée à alimenter les convertisseurs du même nom et à être transformée en acier;

La fonte d'affinage, qui sert à obtenir du fer dans les fours à puddler ;

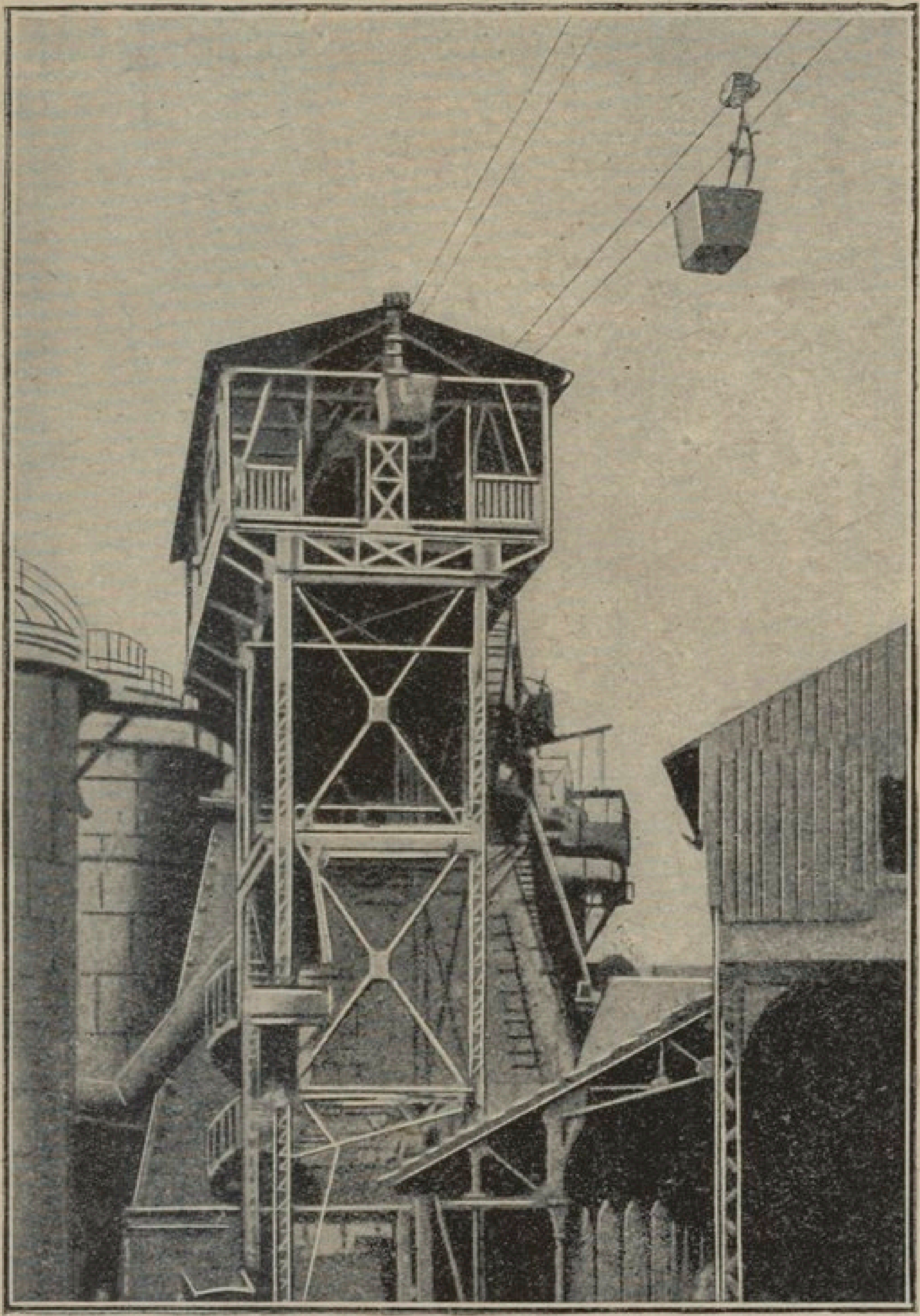
a fonte de moulage, destinée à la fabrication d'objets ou pièces diverses en fonte ;

La fonte hématite, utilisée pour les moulages, à l'état de mélange, en raison de son prix de revient assez élevé ;

La fonte manganésée ou fonte miroitante ;

Enfin, toutes les variétés de « ferros », savoir : ferro-manganèse, ferro-silicium, etc., employés dans la production de l'acier.

Pour obtenir à volonté l'une ou l'autre des diverses qualités de fonte, il faut agir sur le « lit de fusion », c'est-à-dire sur les éléments de la charge : minerai, coke, castine, additions de minerais étrangers, etc. C'est en modifiant la composition de ce lit de fusion que l'on peut créer, dans le haut fourneau, les réactions qui éliminent tel ou tel corps nuisible ou font, au contraire, passer dans la fonte tel corps étranger que l'on désire y voir incorporer. En vue de la modification du lit de fusion, l'usine dispose toujours d'un laboratoire qui permet d analyser les matières premières et les produits obtenus et, par suite, de diriger la fabrication. Autrefois, chaque usine fabriquait toujours la même qualité de fonte avec les minerais qu'elle avait sous la main ; aujourd'hui, grâce à l'étude de la composition des lits de fusion, on peut arriver à produire, dans un même fourneau, presque toutes les qualités de fonte que l'on peut désirer obtenir.



AUTRE SYSTÈME D'ALIMENTATION D'UN HAUT FOURNEAU
La benne chargée est amenée au gueulard au moyen d'un va-et-vient constitué par des fils aériens en acier.

Un haut fourneau comprend essentiellement trois parties, comme nous l'avons précédemment indiqué : la cuve, qui est constituée par le tronc de cône supérieur ; les étalages, qui sont composés par le tronc de ce cône renversé inférieur ; le creuset, de forme cylindrique dans lequel s'accumulent la fonte et le laitier. Ce creuset, on le sait, est percé de deux ouvertures pratiquées à des hauteurs et sur des faces différentes pour l'évacuation respective du laitier et de la fonte. Cuve, étalages et creuset sont construits en maçonnerie réfractaire. L'ouverture supérieure du haut fourneau, qui s'appelle le « gueulard », est munie d'un appareil de fermeture spécial nommé *cup and cone*, et les gaz s'échappent par une ouverture latérale, comme on peut le voir sur la figure de la page 20. Du vent chaud venant d'une conduite circulaire est insufflé par des tuyères qui sont placées en couronne à la jonction des étalages et du creuset. La température, qui atteint environ 1.800 degrés au plan des tuyères, n'est que de 250 ou 300 degrés au voisinage du gueulard.

Dans les anciennes cuves, il existait une double paroi, la première étant séparée de la seconde par un vide rempli de briques ou de coke. Dans les hauts fourneaux les plus récemment installés, on a renoncé à cette pratique, quelque peu surannée, et on se contente d'une seule paroi de fonte fortement refroidie par un ruissellement d'eau.

C'est dans les étalages que s'effectue la fusion des matières ; comme la température est particulièrement élevée en cette partie du haut fourneau, on la refroidit extérieurement par une série de canaux en fonte assez épaisse aménagés dans l'épaisseur de la maçonnerie et appelés refroidisseurs.

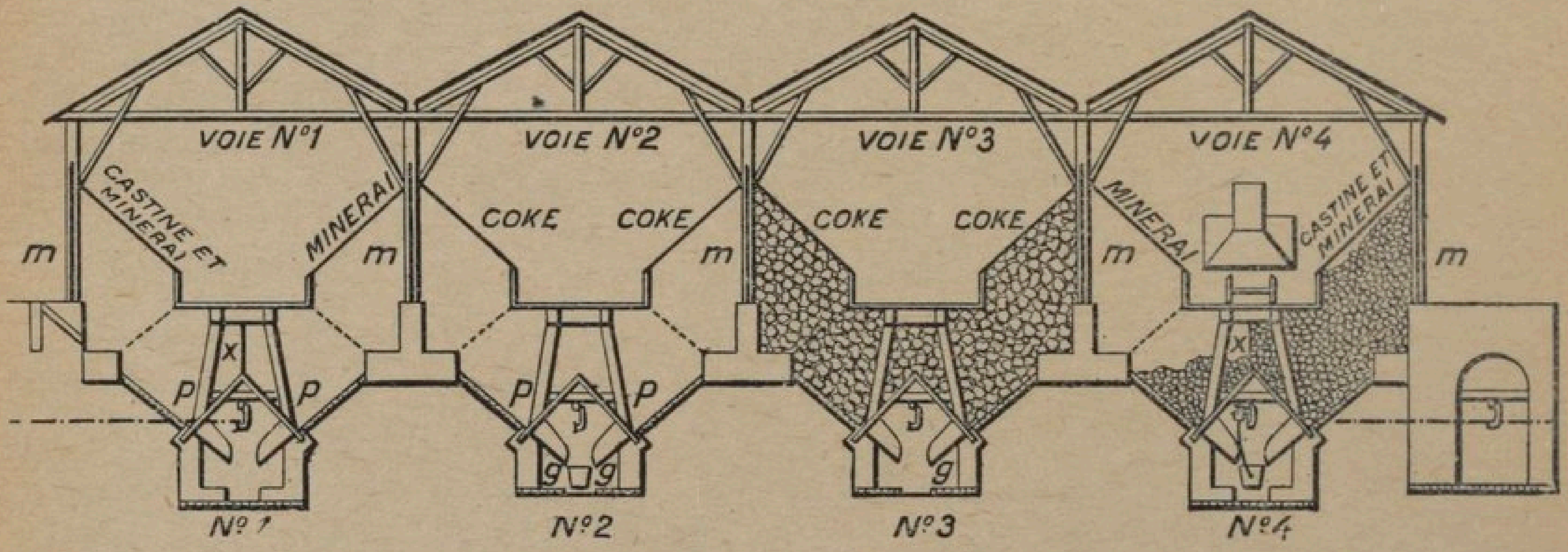
Le creuset, de forme cylindrique, a des parois d'un mètre d'épaisseur ; il est, en général, surélevé, par rapport au sol, de manière à faciliter la coulée. Le trou de coulée de la fonte est ménagé au bas du creuset ; le trou du laitier est placé un peu au-dessous des tuyères à vent et généralement sur le côté, dans une embrasure différente de celle du trou de coulée. Le trou du laitier devant être rafraîchi, on lui donne la forme d'un tronc de cône avec double enveloppe à circulation d'eau. En temps normal, les deux trous sont bouchés hermétiquement avec de la terre réfractaire et on ne les ouvre à coups redoublés de barre de fer que lorsqu'il y a lieu d'effectuer une coulée.

Les hauts fourneaux reposent sur un lit de béton épais d'un mètre environ, surmonté d'un massif de maçonnerie d'une solidité extrême qui dépasse de 3 à 4 mètres le niveau du sol pour que la coulée puisse se faire directement dans la poche à fonte.

Lorsque la fonte est destinée à être mise en stock ou à être vendue brute, la coulée se fait toutes les six ou douze heures seulement. La fonte est dirigée sous un grand hall par des canaux creusés dans le sol et vient remplir successivement une série de cavités ménagées dans du sable et faisant moule ; elle s'y solidifie sous forme de grosses tablettes appelées gueuses. Si le fourneau travaille, comme cela se produit le plus fréquemment, en fonte pour acier, la coulée est faite toutes les deux heures environ dans une poche à fonte circulant sur rails, qui est emmenée le plus rapidement possible au convertisseur ou au mélangeur.

Les poches à fonte, dont nous parlions plus haut sont constituées par des récipients de tôle garnis intérieurement de briques réfractaires. Leur contenance est égale à la charge maximum des convertisseurs qu'elles sont destinées à desservir. Ces poches, qui peuvent osciller autour de deux tourillons, sont montées sur un chariot roulant sur rails et généralement remorqué par une petite locomotive dite « coucou ».

L'air nécessaire à la combustion des matières et au jeu des réactions arrive dans le haut du fourneau par des ouvertures spéciales, ou buses, fixées dans des tuyères de cuivre placées à la base de l'ouvrage, et munies d'une double enveloppe à circulation d'eau. Ces tuyères sont disposées en couronne et leurs axes sont situés dans un même plan horizontal appelé plan des tuyères. Les hauts fourneaux récemment construits ont de huit à quinze tuyères auxquelles la distribution du vent se fait par une couronne circulaire appelée « conduite de vent » et par des embranchements nommés « porte-vent ».



COUPE DES ACCUMULATEURS MONTRANT LES TRÉMIES OU SONT EMMAGASINÉS LE COKE, LA CASTINE ET LE MINERAI

x, *cloison longitudinale séparant l'accumulateur de droite de l'accumulateur de gauche ;* m, *cloisons en ciment armé séparant longitudinalement les hangars ;* p, *ouvertures de communication, avec trappes, des accumulateurs avec les galeries ;* g, *goulottes prolongeant les trappes*

La quantité d'eau utilisée pour le refroidissement des étalages du creuset et des tuyères est considérable, surtout lorsqu'on marche à haute température et que l'on souffle avec du vent très chaud. Un haut fourneau consomme ordinairement 2.000 litres d'eau par minute et 4.000 en allure chaude; pour que ce refroidissement soit effectif, l'eau doit sortir des appareils à moins de 50 degrés. On complète un haut fourneau, en général, par des réservoirs d'où partent des conduites de distribution qui aboutissent aux points voulus; une conduite d'évacuation emmène les eaux chaudes.

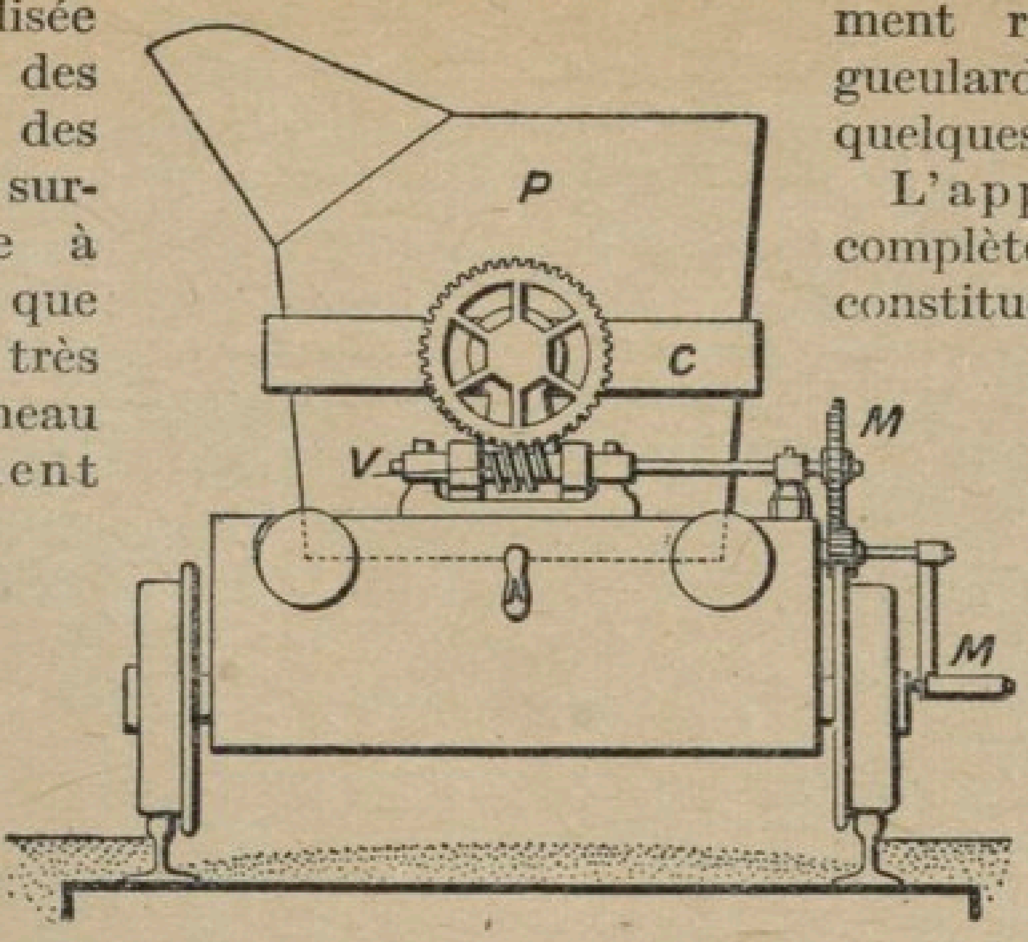


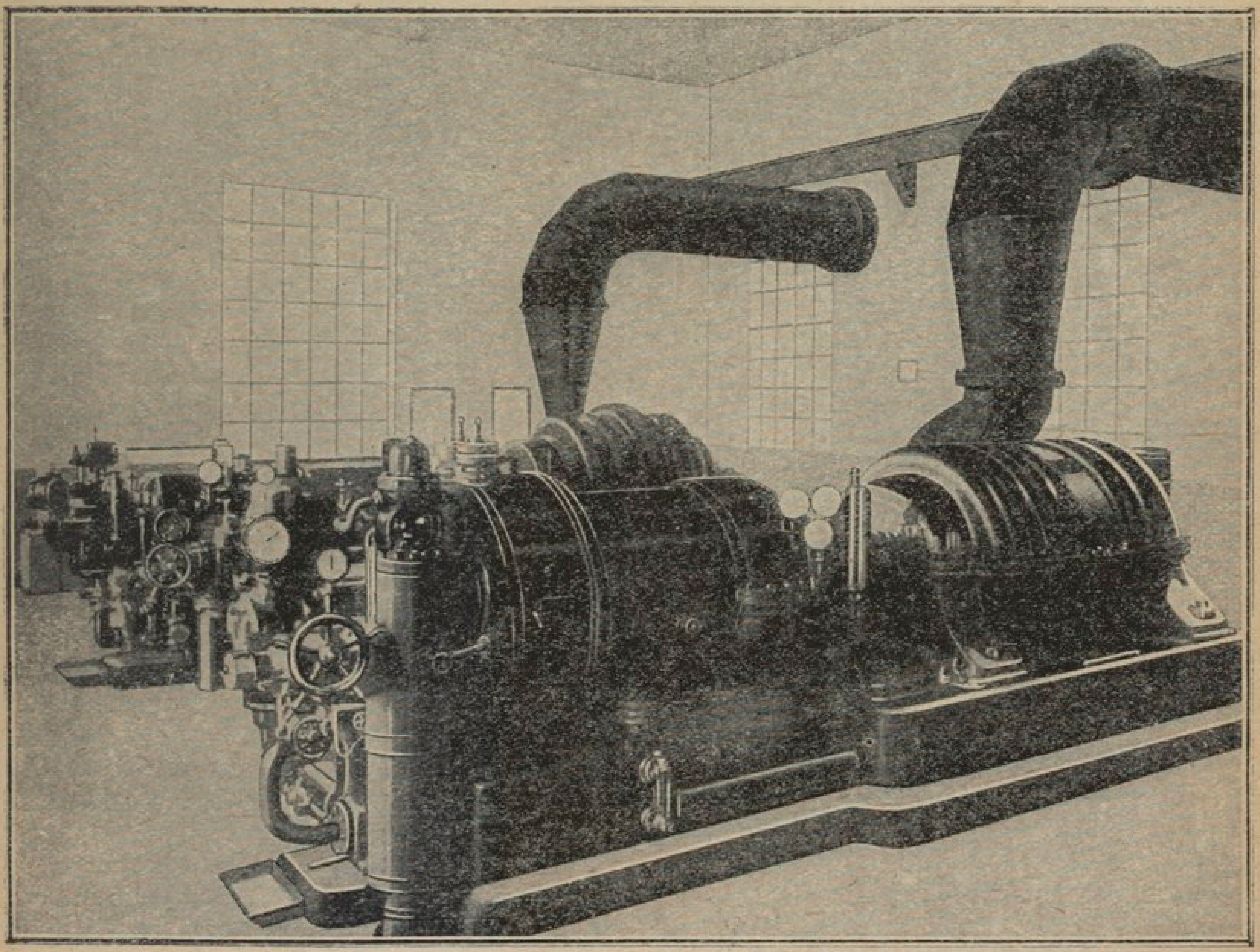
SCHÉMA D'UNE POCHE DE COULÉE

P, *poche en tôle garnie de briques réfractaires;* C, *ceinture;* V, *vis sans fin;* MM, *mécanisme de commande de la vis sans fin qui sert à incliner la poche pour en verser le contenu.*

Comme il est indispensable de recueillir les gaz sortant du gueulard des hauts fourneaux, on a dû imaginer des appareils de chargement rapide, ne laissant le gueulard ouvert que durant quelques instants chaque fois.

L'appareil de chargement, complètement automatique, est constitué par une charpente métallique inclinée allant du sol au gueulard et munie d'une voie de roulement sur laquelle se déplace un chariot remorqué par un câble. Une benne, chargée de minerai, de coke ou de castine et suspendue à ce chariot, est élevée par lui au sommet du fourneau : à son arrivée, elle se déverse automatiquement dans le gueulard et redescend ensuite (Fig. page 20).

L'alimentation d'un haut fourneau en minerai, coke et castine doit être parfaitement régulière. Il est donc important d'avoir toujours à proximité de l'appareil des stocks



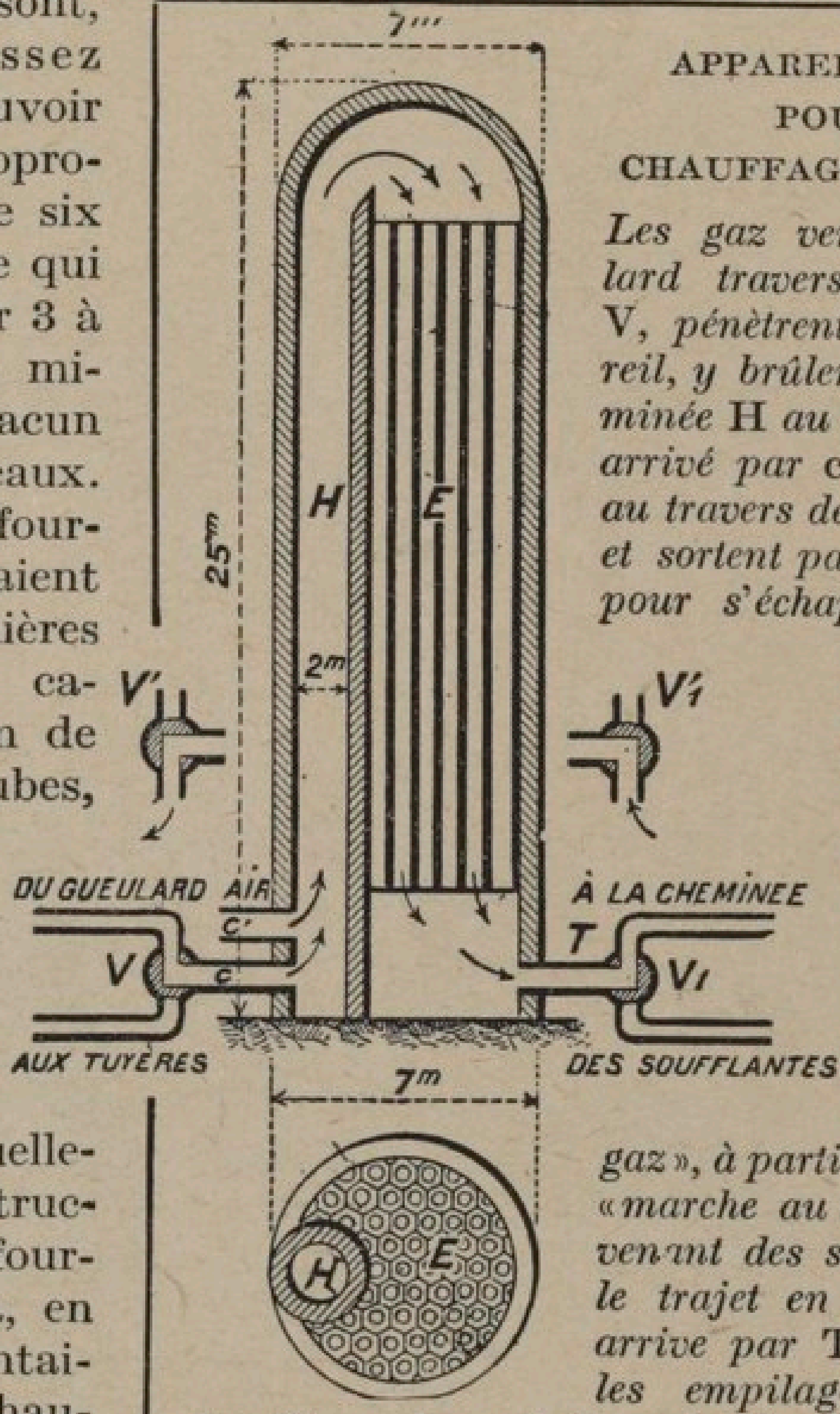
SOUFFLERIES A HAUTE PRESSION ACTIONNÉES PAR DES TURBINES A VAPEUR

importants de matières premières qui permettent d'en assurer la marche pendant plusieurs jours au moins, au cas où l'alimentation normale de l'usine subirait un arrêt pour une raison quelconque. Toutes les grandes installations sidérurgiques modernes ont, à cet effet, d'immenses réservoirs appelés accumulateurs où l'on entasse les matières premières qui y sont amenées par un dispositif mécanique approprié, par exemple au moyen de wagons venant s'y décharger automatiquement. Les accumulateurs sont, en général, assez vastes pour pouvoir contenir un approvisionnement de six à huit jours, ce qui peut représenter 3 à 4.000 tonnes de minerai pour chacun des hauts fourneaux.

Les hauts fourneaux, qui n'avaient jusqu'à ces dernières années, qu'une capacité maximum de 500 mètres cubes, ont atteint la valeur respectable de 1.200 mètres cubes dans de nouvelles usines françaises actuellement en construction. Un haut fourneau moderne a, en général, une trentaine de mètres de hauteur, six mètres de diamètre et produit un minimum de deux cents à trois cent cinquante tonnes de fonte par vingt-quatre heures. Le capital nécessaire à l'installation de pareilles usines augmente constamment et pour monter aujourd'hui un établissement métallurgique avec quatre hauts fourneaux, il faut disposer d'une somme de plus de 25 millions.

Une fois mis à feu, un haut fourneau fonctionne d'une manière ininterrompue de jour et de nuit pendant plusieurs années. Il est fréquent qu'un haut fourneau marche dix à quinze ans, et ce record bien porticulier semble appartenir à un haut fourneau de la Société des Aciéries de Longwy, qui a marché sans interruption durant vingt-quatre ans.

Si, pour une raison quelconque, par exemple en cas de grève, on se trouve obligé de suspendre le travail, il faut bien se garder de laisser éteindre, car ce serait là un désastre qui pourrait coûter fort cher. Aussi, dans une telle nécessité, pratique-t-on le bouchage, qui consiste à fermer avec de l'argile toutes les ouvertures par où peut arriver l'air et à couvrir, au gueulard, le dessus des charges par du minerai fin. Dans ces conditions, la fonte peut rester chaude et liquide pendant un certain nombre de mois sans se solidifier.



APPAREIL COWPER POUR LE CHAUFFAGE DU VENT

Les gaz venant du gueulard traversent la vanne V, *pénètrent dans l'appareil, y brûlent dans la cheminée* H *au contact de l'air arrivé par* c^1, *redescendent au travers des empilages* E *et sortent par la vanne* V_1 *pour s'échapper dans la cheminée. En coupant l'arrivée d'air et en donnant aux vannes les positions* V' *et* V'_1, *l'appareil qui, précédemment. « marchait aux gaz », à partir de ce moment « marche au vent ». Le vent venant des soufflantes fait le trajet en sens inverse, arrive par* T, *passe dans les empilages où il s'échauffe, redescend dans la cheminée* H *et fuit vers les tuyères au travers du conduit* c.

Il peut se produire enfin ce que l'on appelle des « accrochages », c'est-à-dire des arrêts dans la descente des matières. Ces accrochages sont généralement provoqués par une variation de température en un point de la masse ou par une irrégularité dans les chargements ou encore par l'arrivée en proportions non convenables des éléments de mélange dans la partie où se fait la fusion. Il se forme alors une sorte de noyau sur lequel viennent buter les couches de minerai, de coke et de castine. On peut quelquefois remettre le tout en état en agissant sur la pression de soufflage et sur la température du vent. Quand ceci ne suffit pas, on doit se résoudre, pour sauver le fourneau, à ouvrir, dans la paroi, une ouverture assez grande pour que l'on puisse y introduire du combustible sans minerai et démolir à coups de barre de fer l'accrochage qui s'est produit. Dans certaines usines américaines, on est allé même, en pareille circonstance, jusqu'à introduire sous la masse figée des charges de dynamite dont on détermine ensuite l'explosion.

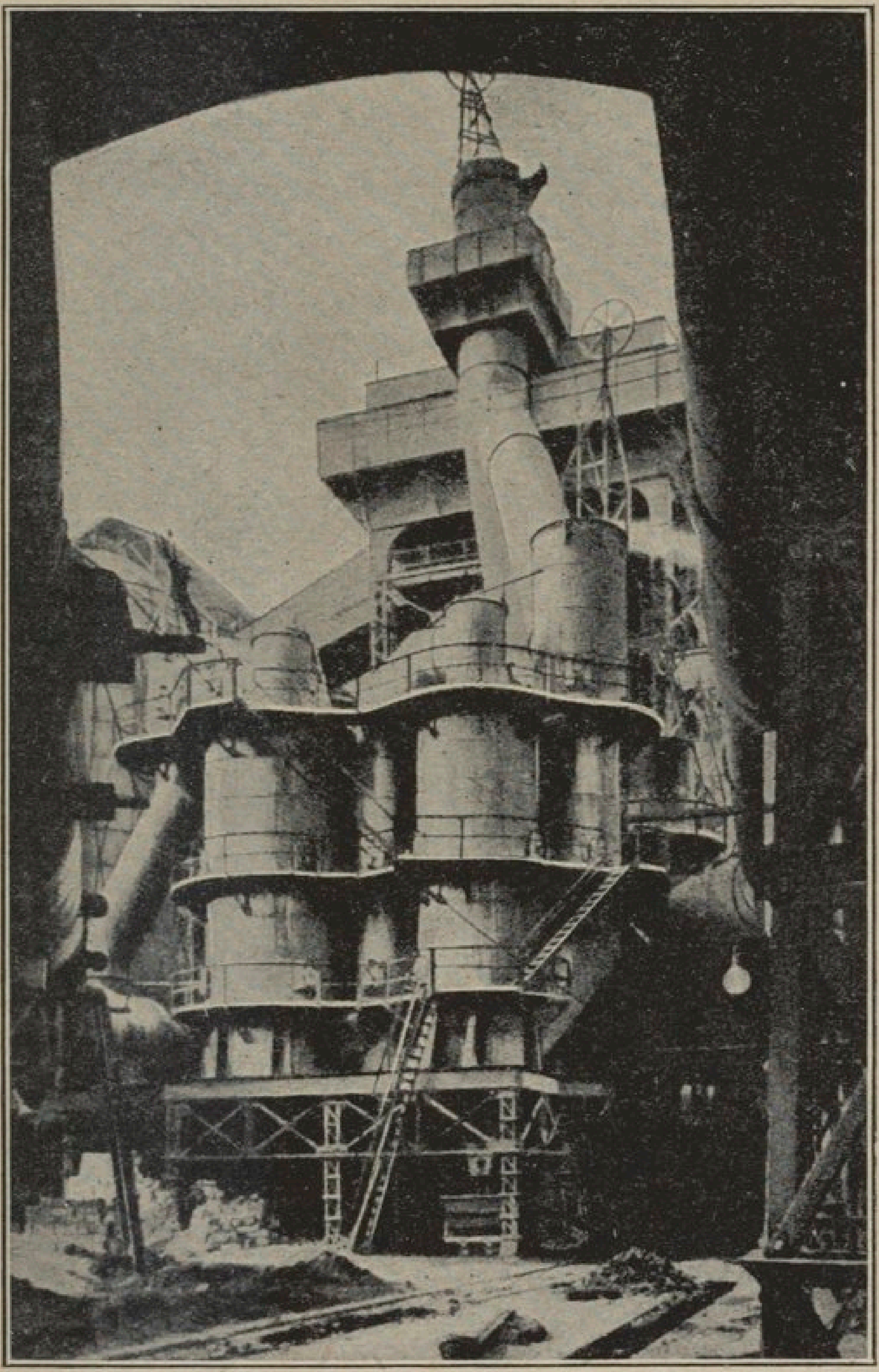
La « machine soufflante », qui fournit l'air sous pression aux tuyères, est constituée essentiellement de deux cylindres jumelés, le premier étant un cylindre moteur, le second servant à l'aspiration et au refoulement de l'air. La soufflerie est actionnée par

un moteur à vapeur ou à explosion (ce dernier alimenté par les gaz provenant directement des hauts fourneaux).

En général, quand il existe plusieurs hauts fourneaux dans une même usine, chacun d'eux a sa machine soufflante propre. Du reste, il y a toujours une soufflante de réserve pour qu'une avarie, survenue à l'une de celles qui sont en service, n'arrête pas le fonctionnement du fourneau correspondant.

Le volume d'air à injecter est, en moyenne, de 400 ou 600 mètres cubes par minute dans les grands hauts fourneaux modernes et la pression du vent, qui varie avec la qualité du combustible et la nature de la fonte produite, est généralement comprise entre 1 et 3 atmosphères. Le chauffage du vent active la combustion et élève la température, tout en permettant de réaliser une économie considérable de combustible. C'est à lui que l'on doit d'avoir réussi à fabriquer certains alliages de fer avec le silicium, le chrôme, etc., appelés « ferros » dont la production eût été complètement impossible avec du simple vent froid.

Le principe mis en pratique est le suivant : dans une haute tour remplie d'un empilage de briques et appelée récupérateur, on fait passer, pendant une heure, une partie des gaz sortant des hauts fourneaux que l'on mélange avec un peu d'air pour les brûler. On arrête ensuite le passage des gaz — que l'on envoie dans un autre appareil — et, durant l'heure suivante, on fait passer dans le récupérateur, où il s'échauffe au contact des briques chauffées à blanc, le vent venant des soufflantes, que l'on envoie ensuite au fourneau. Quand le vent entre dans le haut fourneau, il a une température variant entre 800 et 900 degrés environ ; comme les briques se refroidissent rapidement au contact du vent, il faut, pour éviter de trop fortes oscillations dans la température, pouvoir disposer de plusieurs appareils et en changer assez fréquemment. En général, on emploie quatre récupérateurs par haut fourneau : trois marchent au gaz et le quatrième au vent. Les briques sont empilées de manière à constituer de véritables petites cheminées réfractaires et l'ensemble donne assez exactement l'idée d'une immense ruche d'abeilles à rayons verticaux.



UN ÉPURATEUR DE HAUT FOURNEAU

C'est dans ces appareils que les gaz des hauts fourneaux, arrivant par d'énormes tuyaux, sont débarrassés de leurs poussières pour être ensuite envoyés dans les chaudières ou les moteurs qu'ils doivent alimenter.

Les appareils sont, d'ailleurs, toujours revêtus d'une chemise en tôle, qui constitue une fermeture hermétique, empêchant les fuites de gaz ou de vent, et l'on ménage entre la tôle et les briques un espace vide de 4 ou 5 centimètres pour permettre à la maçon-

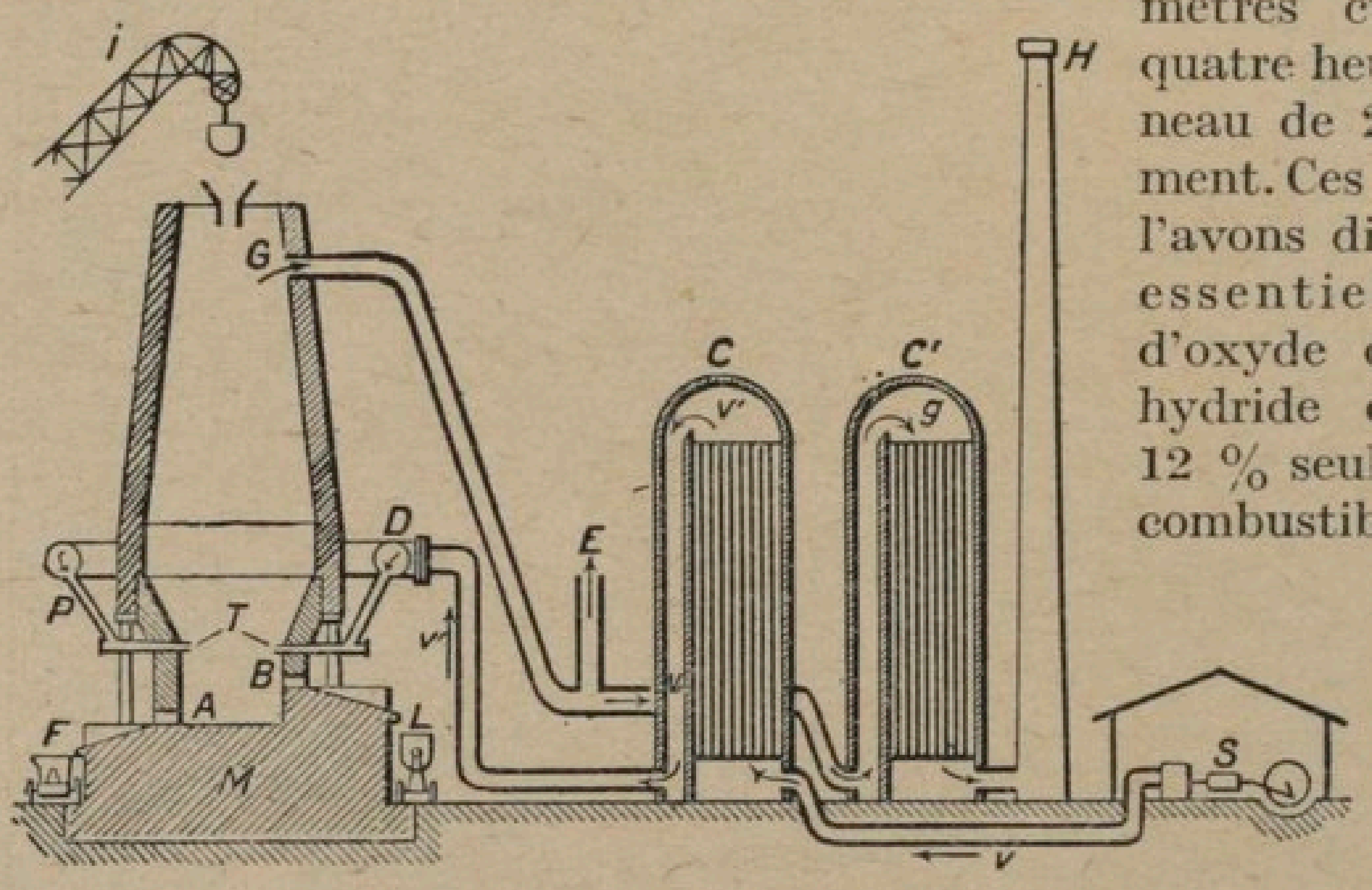
nerie de se dilater librement. Les appareils ainsi construits sont immenses : ils ont de 20 à 30 mètres de hauteur avec un diamètre de 6 à 8 mètres. Ils ont été imaginés par l'Anglais Cowper. La pression du vent peut être constamment mesurée au moyen de manomètres, et la température est indiquée très exactement par des pyromètres.

Le tonnage de laitier produit dans un haut fourneau est considérable, et la fabrication d'une tonne de fonte donne naissance, en général, à plus d'une tonne de laitier. C'est ainsi que, dans le département de Meurthe-et-Moselle — pour citer un exemple — en 1913, 3.600.000 tonnes de fonte produite correspondaient à 5.000.000 de tonnes de laitier. Ce résidu est fort encombrant. On se contentait autrefois d'en faire des tas qui sont devenus de véritables collines. Aujourd'hui, on l'utilise pour faire des briques ou du ciment. Pour obtenir des briques, on dirige le laitier en fusion sortant du haut fourneau dans une gouttière contenant de l'eau où il se solidifie en petits morceaux boursouflés et poreux. Ces fragments, qui n'ont pas de consistance, s'écrasent d'eux-mêmes dans les wagonnets de transport, et se résolvent en « grenaille ». On mélange alors cette grenaille avec de la chaux, puis on malaxe le tout, on le mouille, et, après l'avoir passé, on le soumet à la presse. On obtient ainsi des briques d'un ton gris imitant la pierre, qui sont excellentes pour l'exécution des maçonneries souterraines, caves, tunnels et caniveaux, et plus généralement des ouvrages exposés à l'humidité ou à l'infiltration des eaux.

Le laitier peut être employé également, après avoir été concassé, comme ballast pour les voies ferrées, comme macadam pour les routes ou encore même comme sable pour diverses applications ; c'est ainsi que le ciment de laitier a pris en ces dernières années une très grande importance.

L'utilisation des gaz des hauts fourneaux est autrement intéressante que celle des laitiers ; c'est là un des progrès les plus considérables réalisés par la métallurgie moderne.

Si l'utilisation complète des gaz des hauts fourneaux était réalisée en France, elle produirait une puissance de 370.000 chevaux et représenterait une valeur de 50 millions de francs par an ; en effet, un haut fourneau dégage un volume énorme de gaz : 800.000 mètres cubes par vingt-quatre heures pour un fourneau de 200 tonnes seulement. Ces gaz, comme nous l'avons dit, sont composés essentiellement d'azote, d'oxyde de carbone, d'anhydride carbonique avec 12 % seulement d'élément combustible, c'est-à-dire d'oxyde de carbone : ce sont des gaz pauvres. La moitié de ce volume considérable est nécessaire au chauffage des appareils Cowper. Restent donc à utiliser 400.000 mètres cubes, dont le pouvoir calorifique est environ de 900 calories : cela représente une puissance de 5.000 chevaux.



VUE SCHÉMATIQUE DE L'INSTALLATION GÉNÉRALE D'UN D'UN HAUT FOURNEAU

i, *monte-charge mécanique ;* G, *prise de gaz ;* D, *distributeur de vent ;* P, *porte-vent ;* T, *tuyères ;* A, *trou de coulée ;* B, *trou du laitier ;* F, *poche à fonte ;* L, *poche à laitier ;* M, *massif ;* E, *prise de gaz dirigé vers l'épurateur et de là vers les chaudières ou les moteurs ;* C, *cowper marchant au vent ;* C¹, *cowper marchant au gaz ;* H, *cheminée ;* g, *gaz ;* v, *vent froid ;* v¹, *vent chaud ;* S, *souffleries ou machines soufflantes.*

La bonne utilisation des gaz des hauts fourneaux exige avant tout qu'ils soient soigneusement épurés, car ils entraînent avec eux une grande quantité de poussières qui rendent leur emploi nuisible dans les moteurs à explosion. Afin de réaliser une épuration aussi parfaite que possible, on fait passer ces gaz dans des tuyaux, à section variable, qui ralentissent leur vitesse d'écoulement et permettent le dépôt à sec des plus grosses poussières. Les gaz sont ensuite entraînés par des ventilateurs dans des appareils spéciaux où ils traversent une série de compartiments formés de languettes de bois sur lesquelles de l'eau tombe goutte à goutte. L'eau s'écoule donc en entraînant les poussières et les gaz sont ensuite desséchés.

JOSEPH QUITARD.

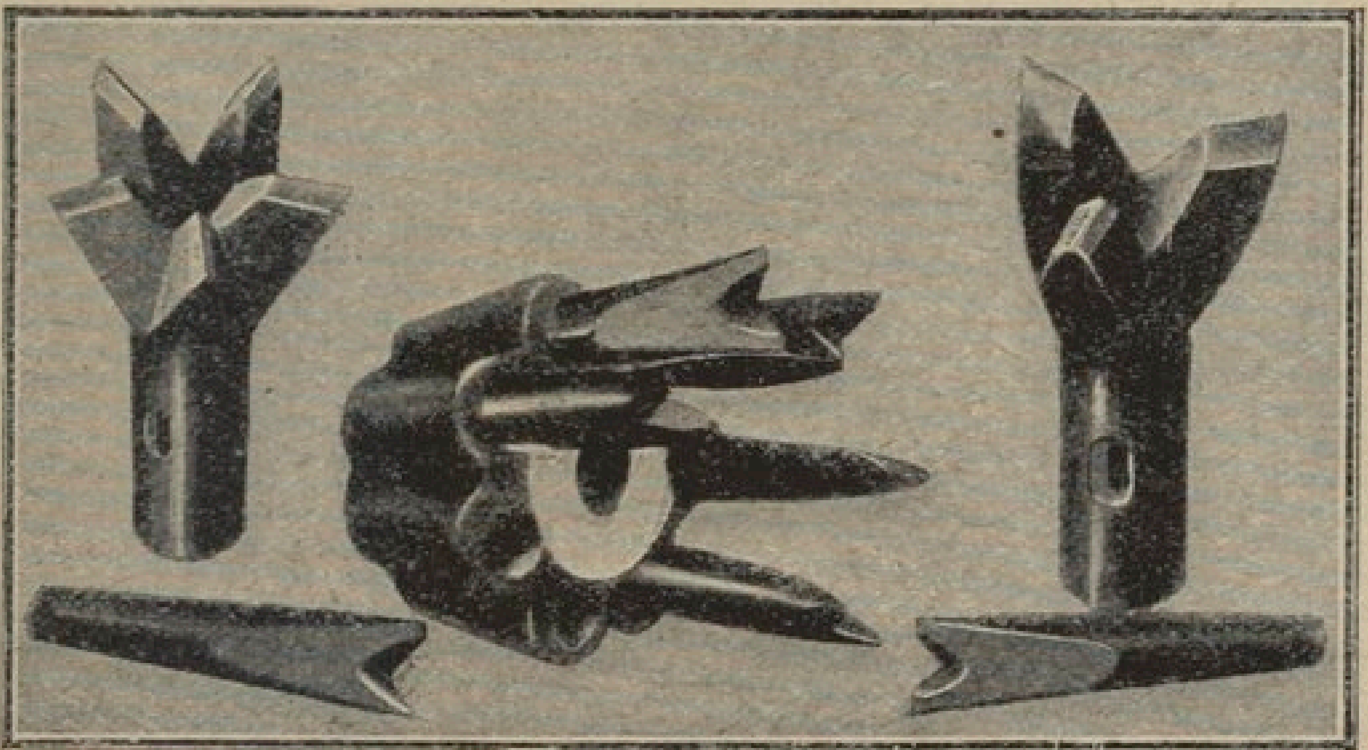
DANS LES GALERIES DE MINES L'AIR COMPRIMÉ REMPLACE LA FORCE MUSCULAIRE DE L'HOMME

Par Fernand FELLETIN

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

En apparence, l'art du mineur se réduit à peu de chose car, pour extraire des entrailles de la terre les minéraux utiles qu'elles contiennent, il suffit, après avoir percé un puits vertical ou incliné, de creuser des galeries à la rencontre des veines exploitables. La houille, ou le minerai lui-même, sont sortis par ces voies souterraines sous la forme de morceaux plus ou moins gros abattus au pic, à la pioche ou, s'il est nécessaire, au moyen de cartouches d'explosifs.

La rareté de plus en plus grande de la main-d'œuvre et le désir d'exploiter les mines avec une activité croissante ont développé l'emploi de la perforatrice mécanique pour l'exécution des galeries souterraines. La guerre actuelle où la sape et la mine ont joué un si grand rôle, a attiré l'attention des militaires sur la machinerie autrefois réservée à l'exploitation des houillères, des carrières ou des gisements métalliques.



A GAUCHE ET A DROITE : DEUX OUTILS DE FLEURETS, LE PREMIER A CINQ, LE SECOND A TROIS TAILLANTS ; AU CENTRE : COURONNE PORTE-OUTILS MUNIE DE SIX COUTEAUX A DOUBLE TAILLANT

Les premiers exemples de perforation mécanique de galeries ont été fournis par le percement des grands tunnels destinés au passage de voies ferrées internationales tels que les longs souterrains du Mont Cenis, du Saint-Gothard, de l'Arlberg, etc.

Il s'agissait, dans ces cas spéciaux, de galeries à grandes sections ayant un caractère définitif quant à la durée. Le matériel employé consistait en perforatrices puissantes à fleurets multiples actionnés par la force hydraulique ou par l'air comprimé. Cet outillage dispendieux ne peut servir que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles en matière d'exploitation des mines, notamment quand il s'agit de percer de grandes galeries d'écoulement des eaux, comme celle qui assure l'assèchement des charbonnages des Bouches-du-Rhône, à Gardanne.

Quand débuta, il y a une vingtaine d'années, l'exploitation intensive des mines d'or du Transvaal, il fallut résoudre le difficile problème d'exécuter en roche dure des milliers de mètres de galeries dans un pays où le recrutement de la main-d'œuvre présentait les plus grandes difficultés. En même temps, les Etats-Unis, l'Angleterre et l'Allemagne voyaient l'extraction annuelle de leurs houillères atteindre plusieurs centaines de millions de tonnes. La question de l'abatage mécanique du charbon et de l'exécution rapide des galeries d'exploitation prenait donc partout une importance que l'on peut qualifier de vitale.

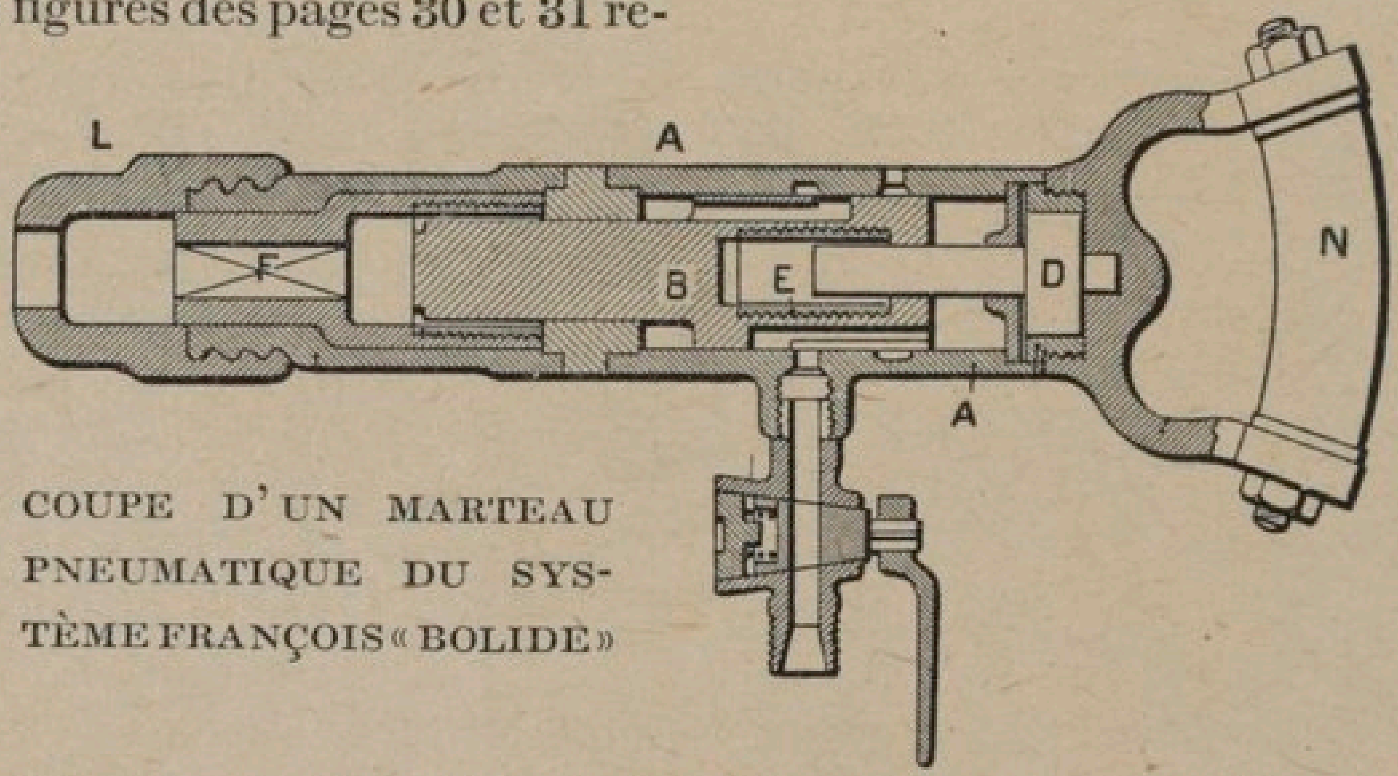
Les premiers inventeurs qui s'occupèrent de ce problème eurent l'idée toute naturelle de copier les perforatrices de tunnels en diminuant leurs dimensions et en cherchant à les adapter aux conditions spéciales du travail dans les mines de houille.

Une perforatrice se compose essentielle-

ment d'un fleuret d'acier faisant corps avec un piston actionné par l'air comprimé. Le travail est comparable à celui qu'accomplit le mineur au moyen de sa barre. L'air comprimé agit directement sur le fleuret et exécute l'effort exercé par les bras de l'ouvrier, mais la vitesse de percussion ne dépasse guère cinq cents coups à la minute et le choc de l'outil sur le minerai ne peut acquérir une très grande intensité.

Cependant, dans tous les cas où il s'agit de forer des trous dans des matières d'une dureté moyenne, l'emploi de la perforatrice s'est beaucoup développé et s'est montré très pratique. Les figures des pages 30 et 31 représentent des ouvriers exécutant un trou avec une perforatrice à air comprimé. L'affût, constitué par le cylindre et par sa glissière, est fixé sur une colonne verticale métallique dont la base inférieure s'applique sur le sol de la galerie. On voit, en haut de cette colonne, la vis qui permet de serrer la tête mobile supérieure de la potence contre le toit de la galerie. Si le roc ne présente pas une très grande solidité, on interpose entre la roche et la colonne d'affût un madrier de bois qui permet d'obtenir le serrage voulu pour assurer la verticalité de la colonne. L'ouvrier dirige le travail du fleuret au moyen d'un volant agissant sur un secteur denté, et, de cette manière, le choc en retour assez violent qui se produit au moment où l'outil entame la roche ne se répercute pas sur les bras du mineur.

Les perforatrices, malgré leurs dimensions réduites, coûtent encore cher, surtout quand il s'agit de tracer des galeries en terrain consistant ou d'abattre des minerais durs. Aussi ne les trouve-t-on plus guère que dans les mines de houille à couches puissantes où elles peuvent permettre d'atteindre une production intensive susceptible de compenser les frais élevés que nécessitent l'achat et l'entretien de ces instruments.



COUPE D'UN MARTEAU PNEUMATIQUE DU SYSTÈME FRANÇOIS « BOLIDE »

L'ouvrier tient par la poignée N *le marteau dont le cylindre* A *est vissé à la douille* L. *La douille porte-fleuret* F *reçoit son mouvement de rotation du piston* B *grâce à une cavité cylindrique ménagée dans le corps du piston et garnie d'un écrou à long pas* E. *Un arbre à rainures hélicoïdales sur lequel est calée une roue à rochet* D *s'engage dans l'écrou* E. *La boîte à rochet est munie de deux cliquets. Dans le mouvement d'aller du piston les dents du rochet soulèvent les cliquets qui immobilisent la roue pendant la course de retour ; l'arbre à rainures est de même immobilisé et le piston tourne ainsi que le fleuret.*

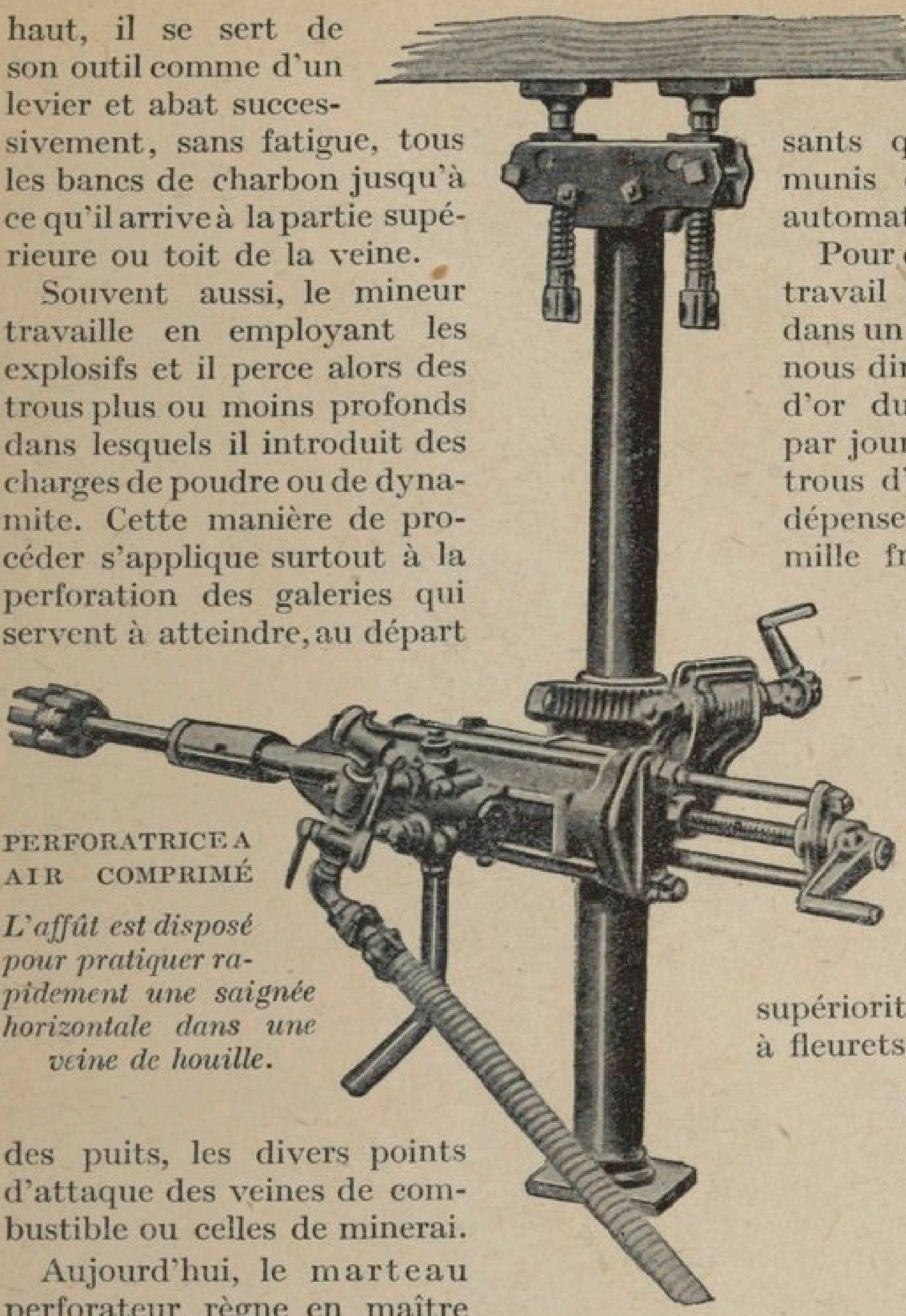
On employait depuis longtemps, pour la pose des rivets de chaudières ou pour le rivetage des tôles des navires en acier, un modèle de marteau à air comprimé qui donnait de bons résultats. On eut donc l'idée, vers 1904, d'utiliser le marteau pneumatique dans les travaux d'exploitation des houillères. Les premières applications de cet outillage furent faites en Belgique, puis en France, avec des marteaux perforateurs François et Ingersoll. Les résultats obtenus au début, tout en étant intéressants dans certains cas, laissèrent pendant longtemps beaucoup à désirer. Ces outils étaient d'un entretien onéreux et la rotation du fleuret, qui se faisait alors à la main, était rendue pénible, surtout dans les terrains tendres, par de trop nombreux coincements. On n'employait que des fleurets creux et l'abondance des poussières projetées hors du trou par le courant d'injection d'air de balayage, rendait l'air irrespirable dès qu'on voulait utiliser plusieurs marteaux dans un même chantier d'abatage. Les premiers outils pneumatiques étaient, en outre, peu puissants, trop fragiles, et ne donnaient d'avancements suffisants que dans les terrains secs et moyennement durs. Enfin, on ne pouvait guère les utiliser que dans les veines horizontales, alors que la plupart des gisements continentaux européens se présentent sous la forme de filons inclinés.

Le meilleur outil mécanique permettant d'abattre la houille sans trop la casser et à peu de frais est, logiquement, celui qui se rapproche le plus de l'ancien pic à main. L'ouvrier utilise pour abattre le charbon les bancs friables et tendres dans lesquels il creuse une sorte de rainure profonde dite « sous-cave », à une profondeur qui varie suivant la solidité des bancs supérieurs.

Enfonçant ensuite une pointerolle d'acier dans les fentes ou clivages des bancs du

haut, il se sert de son outil comme d'un levier et abat successivement, sans fatigue, tous les bancs de charbon jusqu'à ce qu'il arrive à la partie supérieure ou toit de la veine.

Souvent aussi, le mineur travaille en employant les explosifs et il perce alors des trous plus ou moins profonds dans lesquels il introduit des charges de poudre ou de dynamite. Cette manière de procéder s'applique surtout à la perforation des galeries qui servent à atteindre, au départ



PERFORATRICE A AIR COMPRIMÉ

L'affût est disposé pour pratiquer rapidement une saignée horizontale dans une veine de houille.

des puits, les divers points d'attaque des veines de combustible ou celles de minerai.

Aujourd'hui, le marteau perforateur règne en maître pour tous les travaux de traçage des galeries ainsi que pour l'extraction proprement dite des matières minérales quelconques.

Un marteau perforateur est un outil composé d'un cylindre dans lequel se déplace rapidement, par la pression de l'air comprimé, un piston qui frappe, avec plus ou moins de force, sur l'extrémité d'un fleuret non solidaire de l'appareil.

Le fleuret d'acier est une barre pleine ou creuse terminée par un ou plusieurs taillants biseautés de forme variable. L'emploi des fleurets creux permet d'évacuer facilement les poussières produites par l'action de l'outil au moyen d'une injection d'air comprimé ou d'un jet d'eau sous pression.

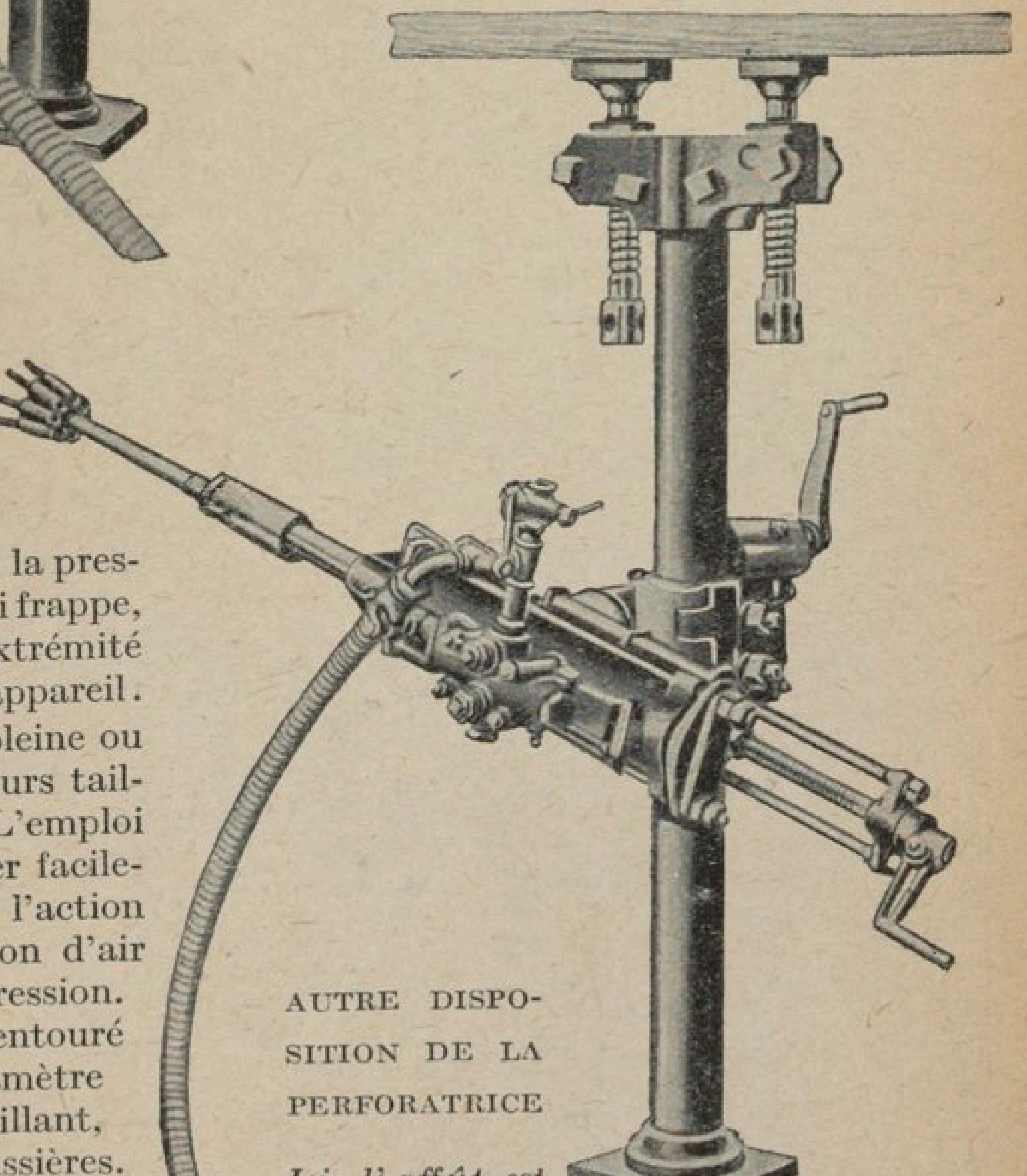
Le fleuret plein est, en général, entouré d'une hélice en saillie ayant un diamètre légèrement inférieur à celui du taillant, ce qui assure la sortie facile des poussières.

On a successivement essayé plusieurs systèmes de marteaux perforateurs. Dans les premiers, l'outil était simplement percutant avec ou sans avancement pneumatique. On n'a obtenu des résultats vraiment satisfaisants qu'avec les marteaux percutants munis d'un fleuret hélicoïdal à rotation automatique avec injection d'air comprimé.

Pour donner une idée de l'importance du travail de perforation des trous de mines dans un district houiller, aurifère ou autre, nous dirons que, vers 1908, dans les mines d'or du Rand Sud-Africain, on creusait, par journée de travail, plus de cent mille trous d'un mètre de profondeur, avec une dépense quotidienne d'environ cinq cent mille francs, ce qui est considérable.

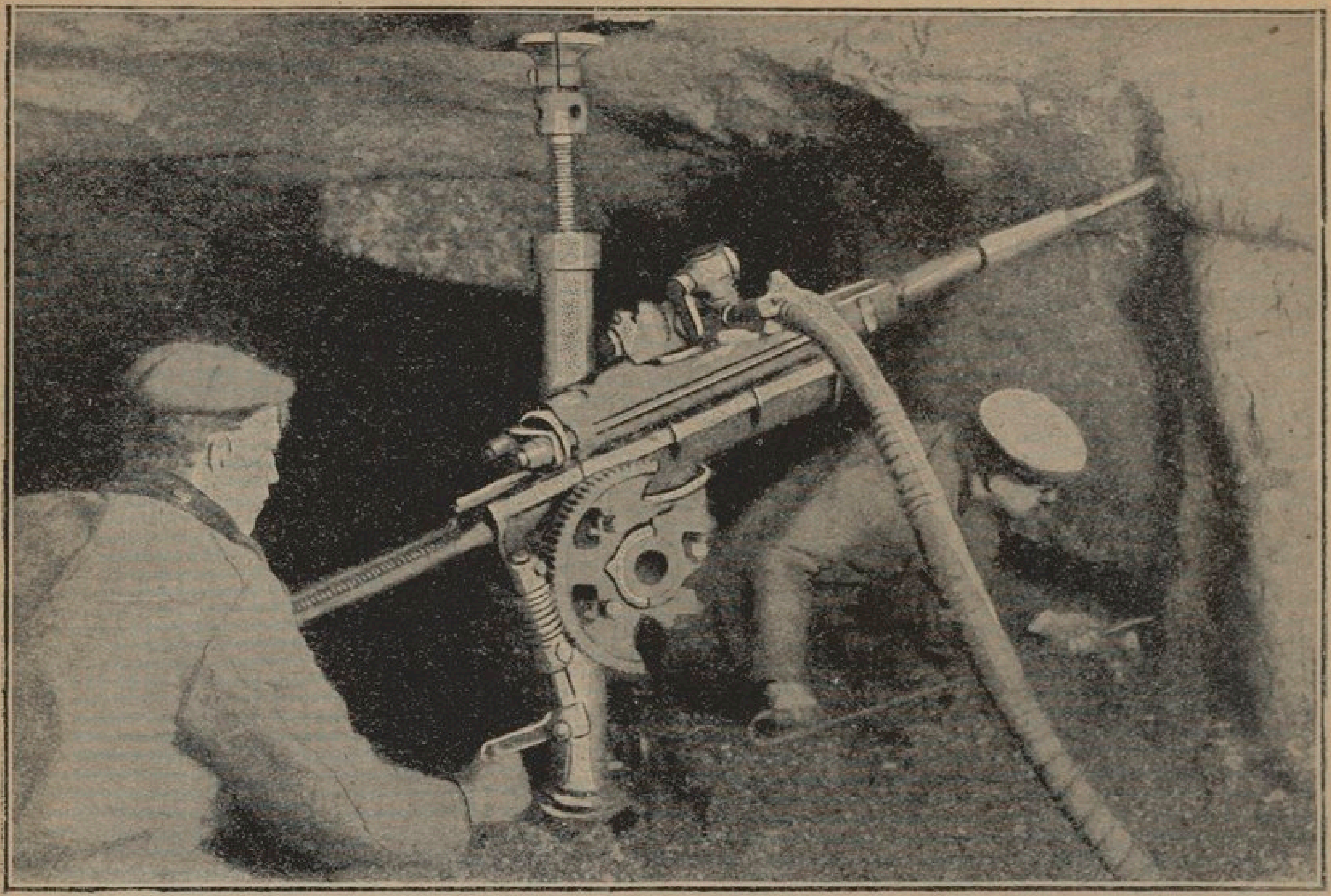
Ainsi s'explique l'intérêt du concours institué en 1907 par les entreprises minières du Transvaal afin de mettre en lumière les services que pouvaient rendre les perforatrices et les marteaux pour l'exploitation rationnelle et économique des mines d'or.

Ces épreuves, qui ont eu lieu dans les chantiers de la célèbre mine Robinson, ont démontré la supériorité très nette des marteaux rapides à fleurets légers sur les perforatrices lentes

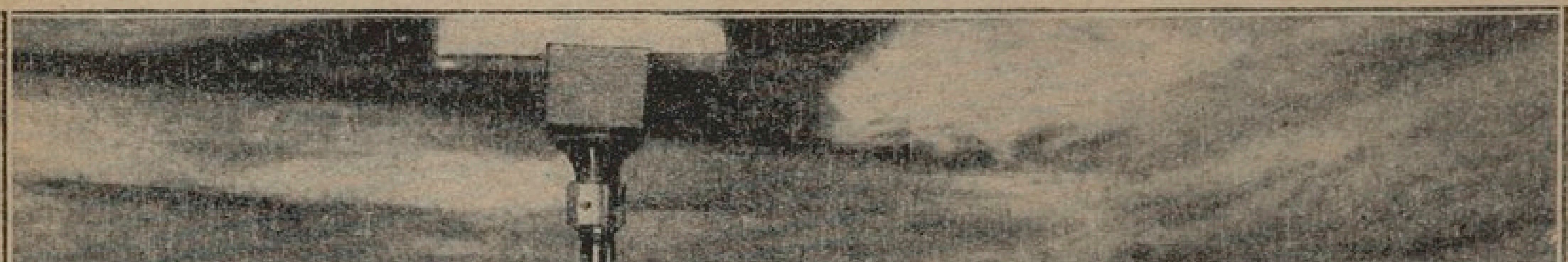


AUTRE DISPOSITION DE LA PERFORATRICE

Ici, l'affût est braqué pour attaquer la houille au moyen du fleuret, suivant la méthode dite de la taille montante.



OUVRIERS MINEURS ATTAQUANT UNE MURAILLE ROCHEUSE A LA PERFORATRICE

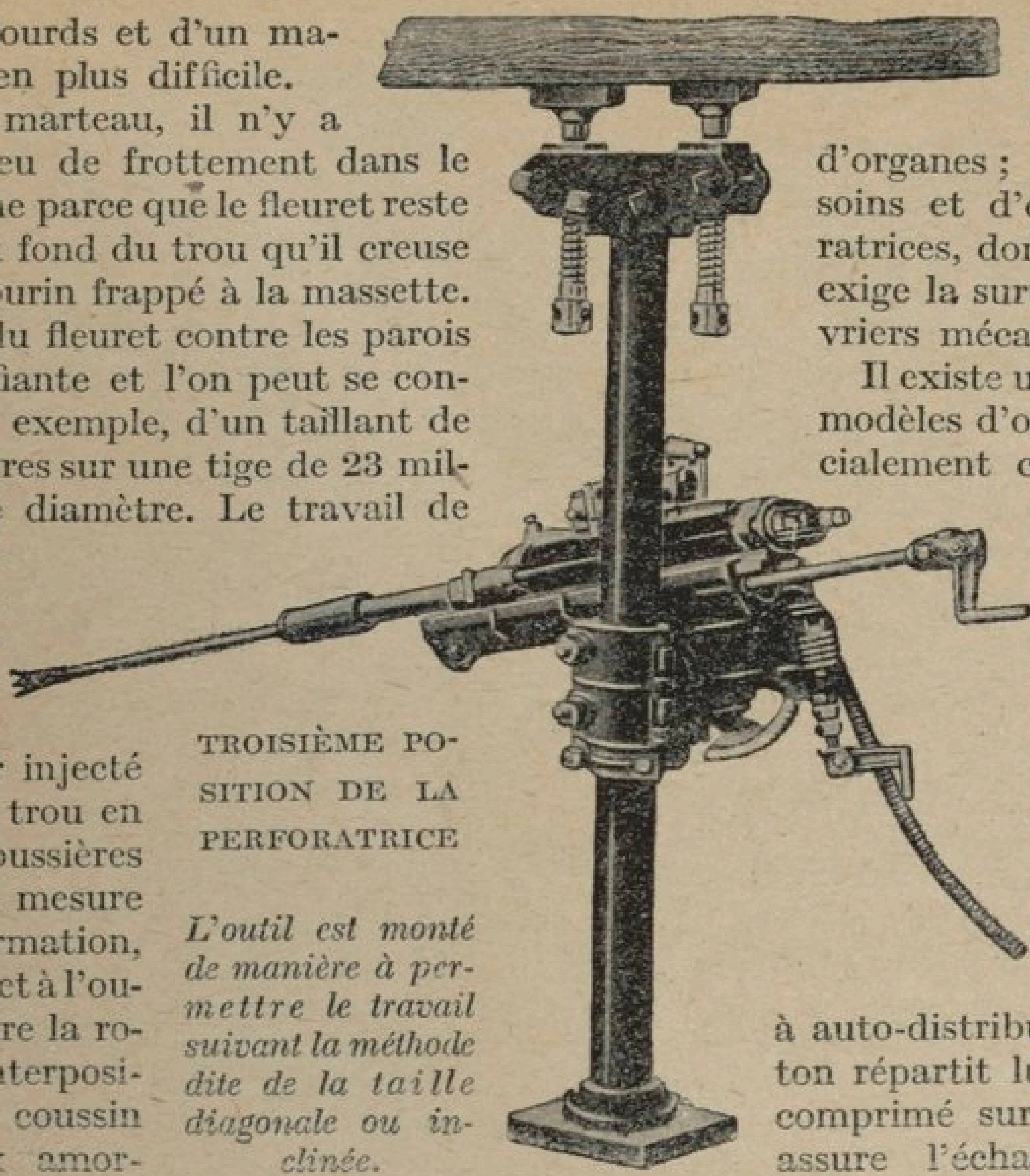


LE FLEURET D'ACIER DE L'OUTIL PNEUMATIQUE ATTAQUE ICI UN BANC D'ARGILE

à fleurets lourds et d'un maniement bien plus difficile.

Avec le marteau, il n'y a que très peu de frottement dans le trou de mine parce que le fleuret reste toujours au fond du trou qu'il creuse comme le burin frappé à la massette.

L'usure du fleuret contre les parois est insignifiante et l'on peut se contenter, par exemple, d'un taillant de 30 millimètres sur une tige de 23 millimètres de diamètre. Le travail de choc du fleuret est presque totalement utilisé parce que l'air injecté au fond du trou en écarte les poussières au fur et à mesure de leur formation, ce qui permet à l'outil de mordre la roche sans interposition d'un coussin poussiéreux amortisseur. Le marteau est aussi moins exposé aux calages et aux ruptures d'organes ; il demande moins de soins et d'entretien que les perforatrices, dont le mécanisme délicat exige la surveillance soutenue d'ouvriers mécaniciens spéciaux.

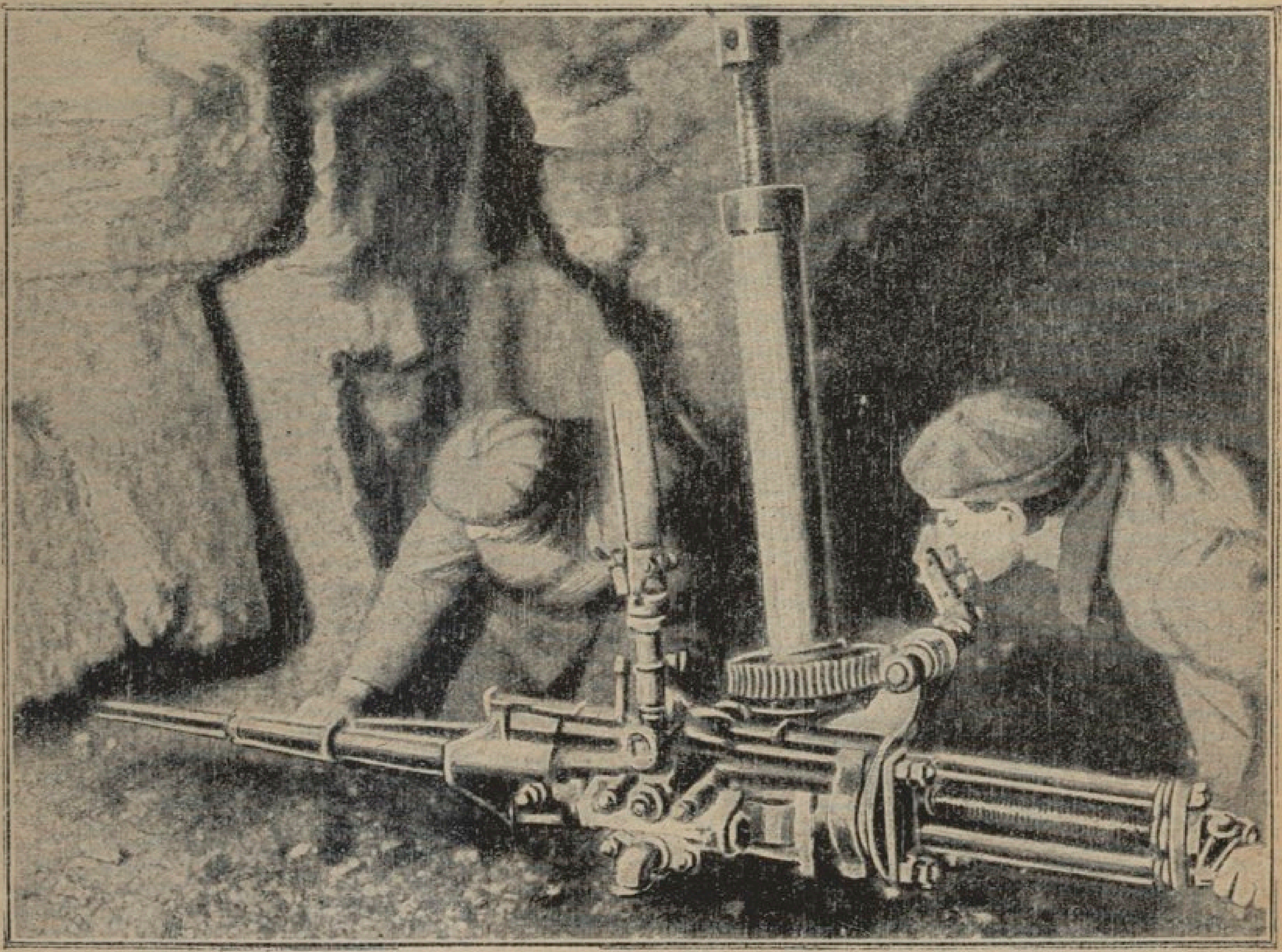


TROISIÈME POSITION DE LA PERFORATRICE

L'outil est monté de manière à permettre le travail suivant la méthode dite de la taille diagonale ou inclinée.

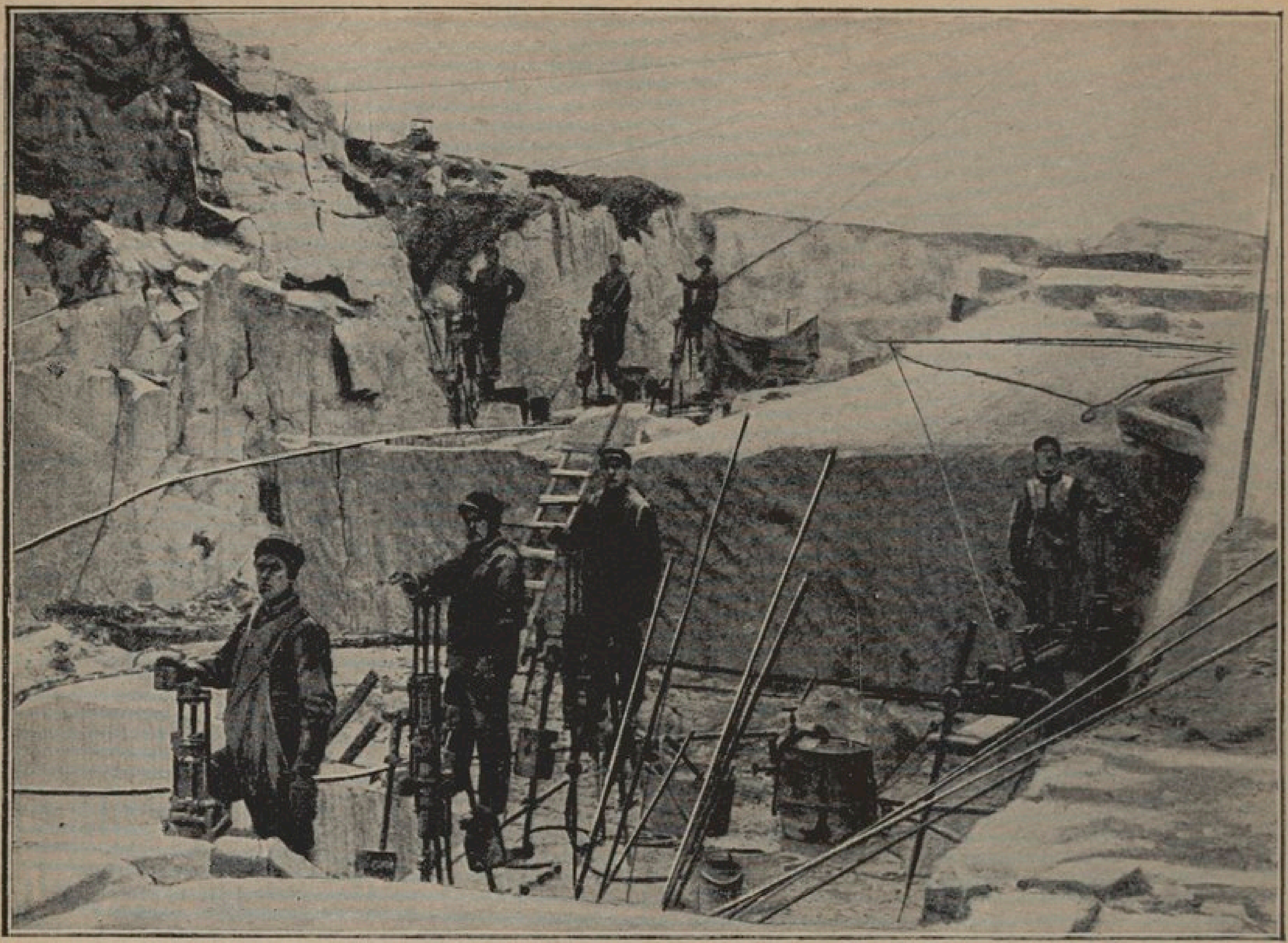
Il existe un assez grand nombre de modèles d'outils pneumatiques spécialement construits pour l'emploi dans les exploitations de houille ou de minerais métalliques. Parmi les principaux on peut citer le marteau François dit *Bolide*, l'appareil *Flottmann*, les marteaux *Hardy*, *Simplex*, *Korfmann*, *Burton*, *Worthington*, etc., etc.

Le marteau François *Bolide* est du type dit à auto-distribution, dans lequel le piston répartit lui-même également l'air comprimé sur ses deux faces et en assure l'échappement automatique.



OUVRIERS TRAVAILLANT EN « SOUS-CAVE » A LA PERFORATRICE

Le fleuret est mis en action au ras du sol pour détacher un bloc déjà isolé de la muraille.



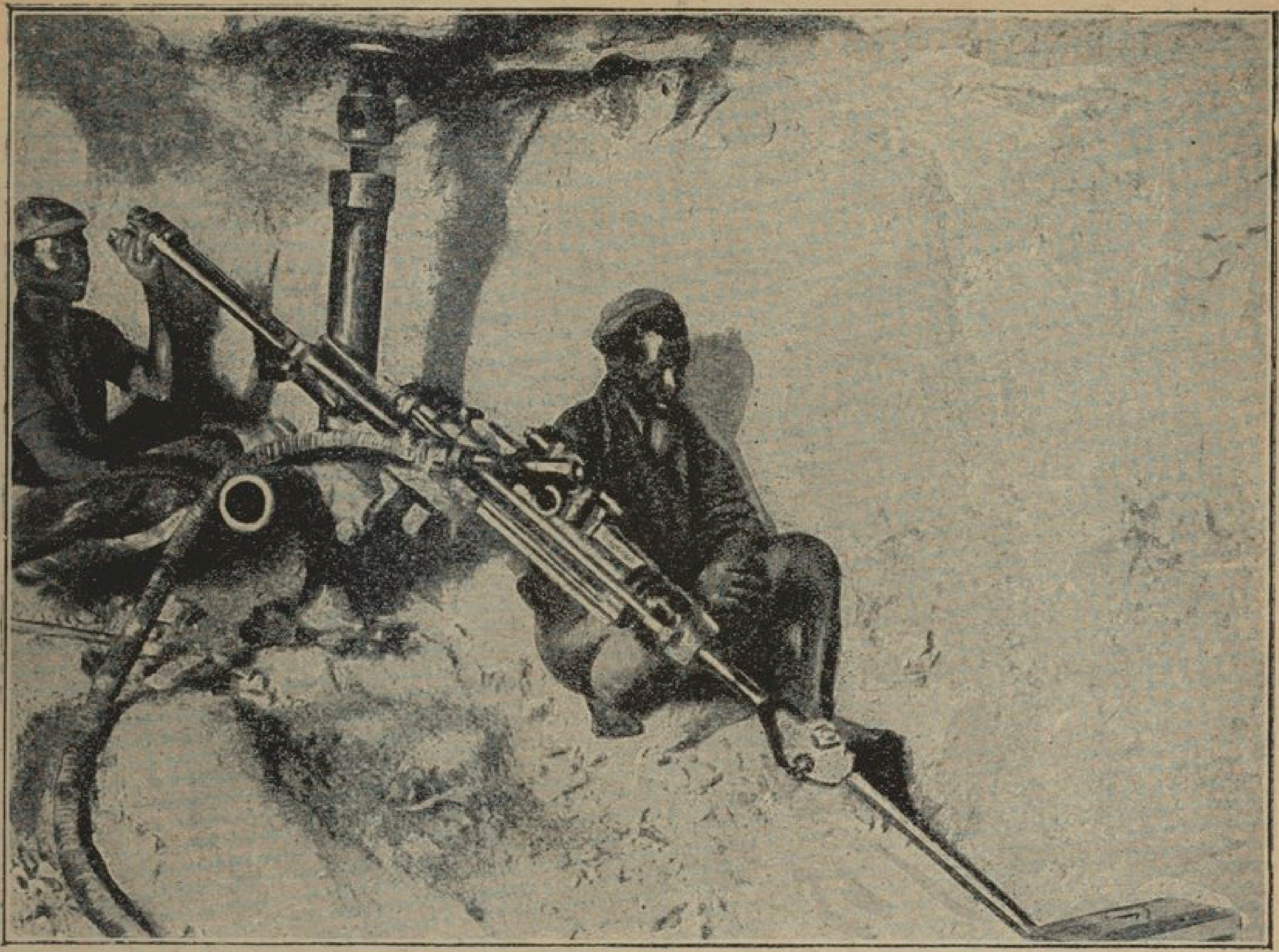
VUE D'UNE CARRIÈRE DE PIERRE DE TAILLE AUX ÉTATS-UNIS

Sept perforatrices à air comprimé détachent des murs et du sol les blocs que l'on découpe ensuite, au moyen des mêmes instruments, d'après les cotes de dimensions fournies par les clients.

A cet effet, le cylindre porte deux rainures circulaires reliées respectivement avec les ouvertures d'admission et d'échappement, et le piston comporte deux séries d'encoches communiquant directement, par des canaux intérieurs, avec la face opposée du piston. En suivant le piston dans sa course d'aller, on a successivement sur sa face arrière : admission, détente, puis échappement. Aux deux premiers temps correspond la période d'échappement pour la face avant et au troisième une période d'admission. Dans le mouvement de retour du piston, la face antérieure est successivement à l'admission, à la détente, puis à l'échappement ; à ces trois temps correspondent respectivement, sur la face postérieure d'abord, un temps plus ou moins long d'échappement, puis la compression et enfin l'admission.

Ce mode de distribution, très simple, a l'inconvénient de provoquer une admission d'air comprimé sur les deux faces à la fois, en cas d'usure du piston. La puissance de choc du marteau est alors notablement réduite et la frappe devient lente en même temps qu'irrégulière. Il est donc nécessaire de remplacer souvent le piston, qui est d'ailleurs d'un prix peu élevé. Comme le montre la figure page 28, la rotation du fleuret a lieu par l'intermédiaire d'une douille *F*, dite douille porte-fleuret, dans laquelle l'outil pénètre par son emmanchement carré. La douille reçoit son mouvement de rotation du piston lui-même, pendant sa course de retour, grâce à un dispositif très simple qui fonctionne comme suit : dans le corps du piston est ménagée une cavité cylindrique garnie d'un écrou à long pas *E* dans lequel s'engage un arbre à rainures hélicoïdales sur lequel est calée une roue à rochet *D*. Cette dernière ne peut tourner avec plus ou moins de vitesse que dans le sens correspondant au mouvement de retour du piston, grâce aux deux cliquets dont la boîte à rochet est munie.

Pendant le mouvement d'aller du piston, les dents du rochet soulèvent les cliquets, tandis que lors de la course de retour, la roue à rochet se trouve immobilisée par les cliquets, de même que l'arbre à rainures — et le piston tourne. Comme ce dernier est muni de rainures droites qui lui permettent



PERFORATRICE PERÇANT UN TROU DE MINE EN TAILLE DITE INCLINÉE
Cette photographie a été prise dans les chantiers de la célèbre mine d'or « Crown-Mine » située au Transvaal, dans le district du Wittwatersrand, où l'on emploie beaucoup la main-d'œuvre noire.

de coulisser dans la douille porte-fleuret, il entraîne cette douille dans son mouvement de rotation et par suite le fleuret. Les impulsions que reçoivent les organes de rotation à chaque retour du piston donnent à l'outil un mouvement régulier et sensiblement uniforme. L'injection d'air dans les fleurets creux est assurée, pendant la course de retour, par l'air d'échappement qui peut pénétrer dans l'intérieur de la douille porte-fleuret en suivant des rainures spéciales pratiquées sur la tige même du piston.

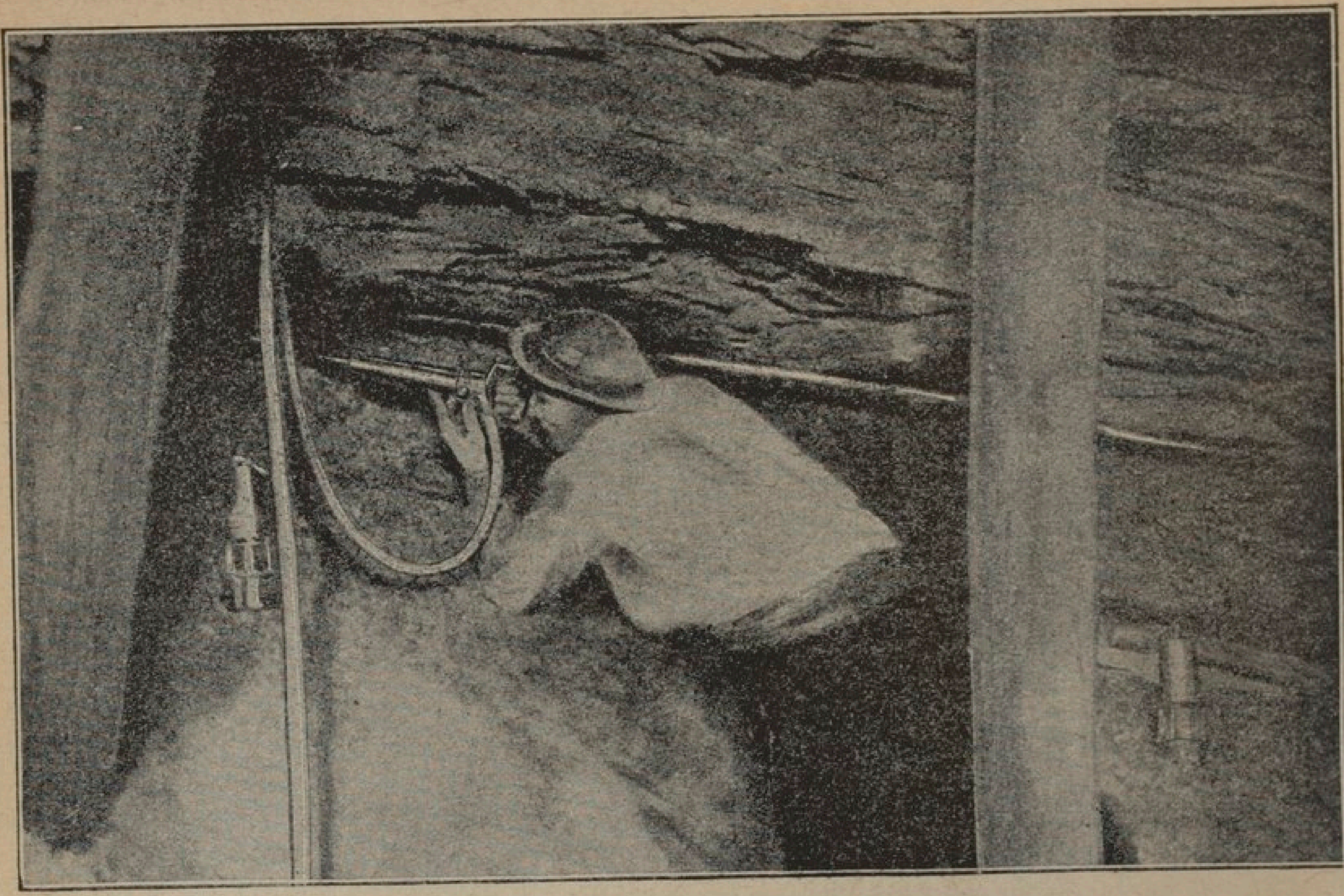
Le marteau *Flottmann* est le type des appareils à semi-distribution, dans lesquels l'admission est assurée sur les deux faces par un dispositif spécial du piston qui détermine lui-même l'échappement automatique.

L'organe de distribution consiste ici en une bille d'acier très dur, oscillant entre deux sièges et qui donne alternativement accès à l'air sur les deux faces du piston.

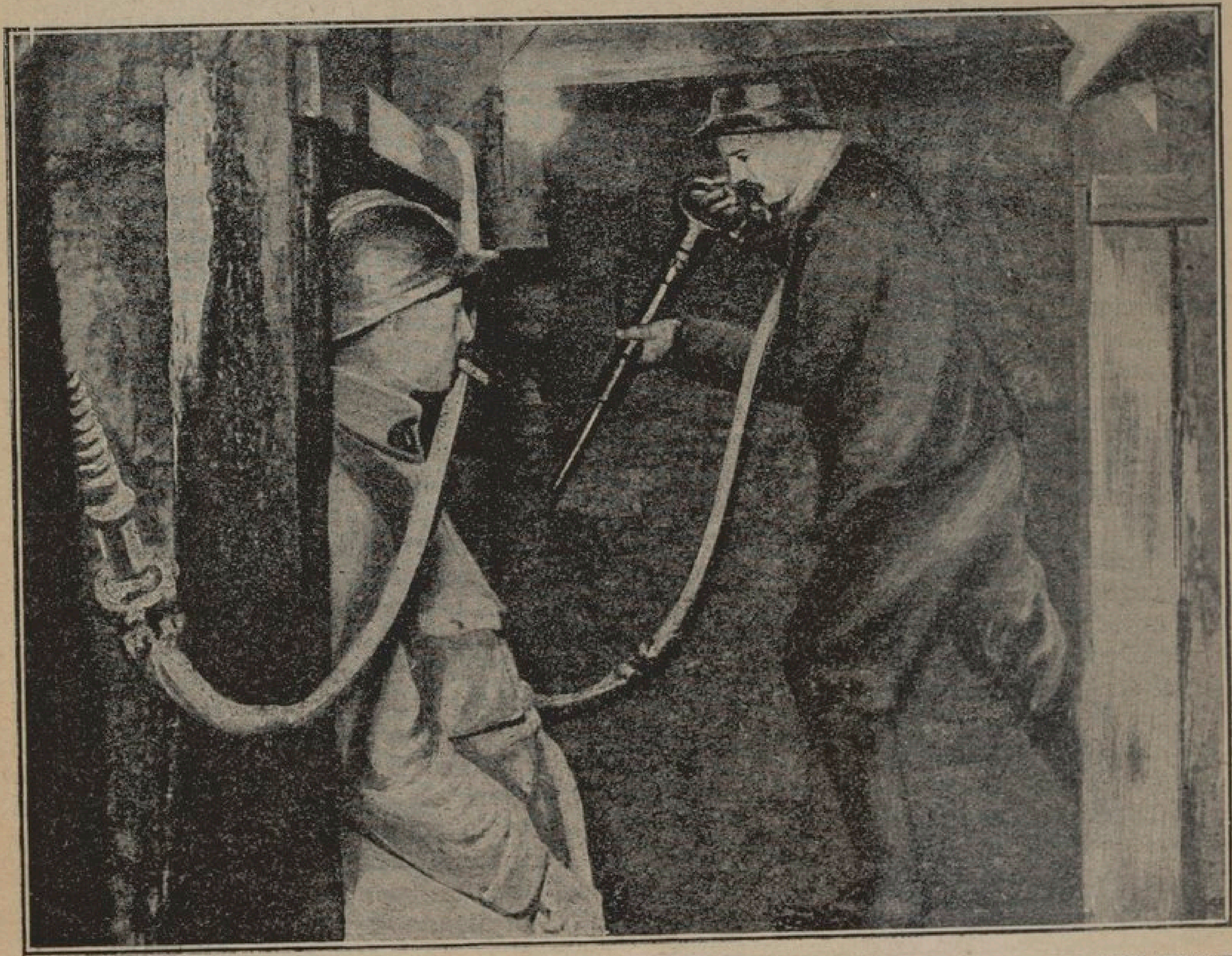
Dans la position du fond de course arrière, le clapet-bille ferme le canal d'admission sur la face avant et permet l'arrivée de l'air sur la face arrière. Il y a, au contraire, admission sur cette dernière face et échappement sur l'autre jusqu'au moment où l'organe frappeur découvre l'orifice d'échappement de la face arrière et ferme celui de la face avant. A partir de cet instant, l'admission arrière communique directement avec le tuyau d'évacuation, jusqu'à ce que la compression qui se produit alors sur la face avant soit suffisante pour chasser la bille vers son siège opposé. Ce dispositif, qui est assez ingénieux, donne lieu, pour chaque course du piston, à une fuite d'air d'autant plus élevée que la pression est plus faible.

Dans ce marteau, les organes de rotation du fleuret ne comportent pas d'arbre à rainures. Les entailles hélicoïdales sont pratiquées directement sur la tige de piston, à la suite des rainures droites. Le mécanisme de rotation est à peu près le même que celui dont est muni le marteau *François* et l'air d'injection est prélevé sur l'échappement pendant la course de retour du piston.

L'appareil *Flottmann*, dit D2, pèse 17 kilos; c'est donc un type d'outil lourd, tandis que le *François* appartient à la catégorie des marteaux rapides. Le piston du frappeur *Flottmann* a un poids de 2.480 grammes, avec



MINEUR DU PAS-DE-CALAIS TRAVAILLANT AU MARTEAU-PIQUEUR A AIR COMPRIMÉ



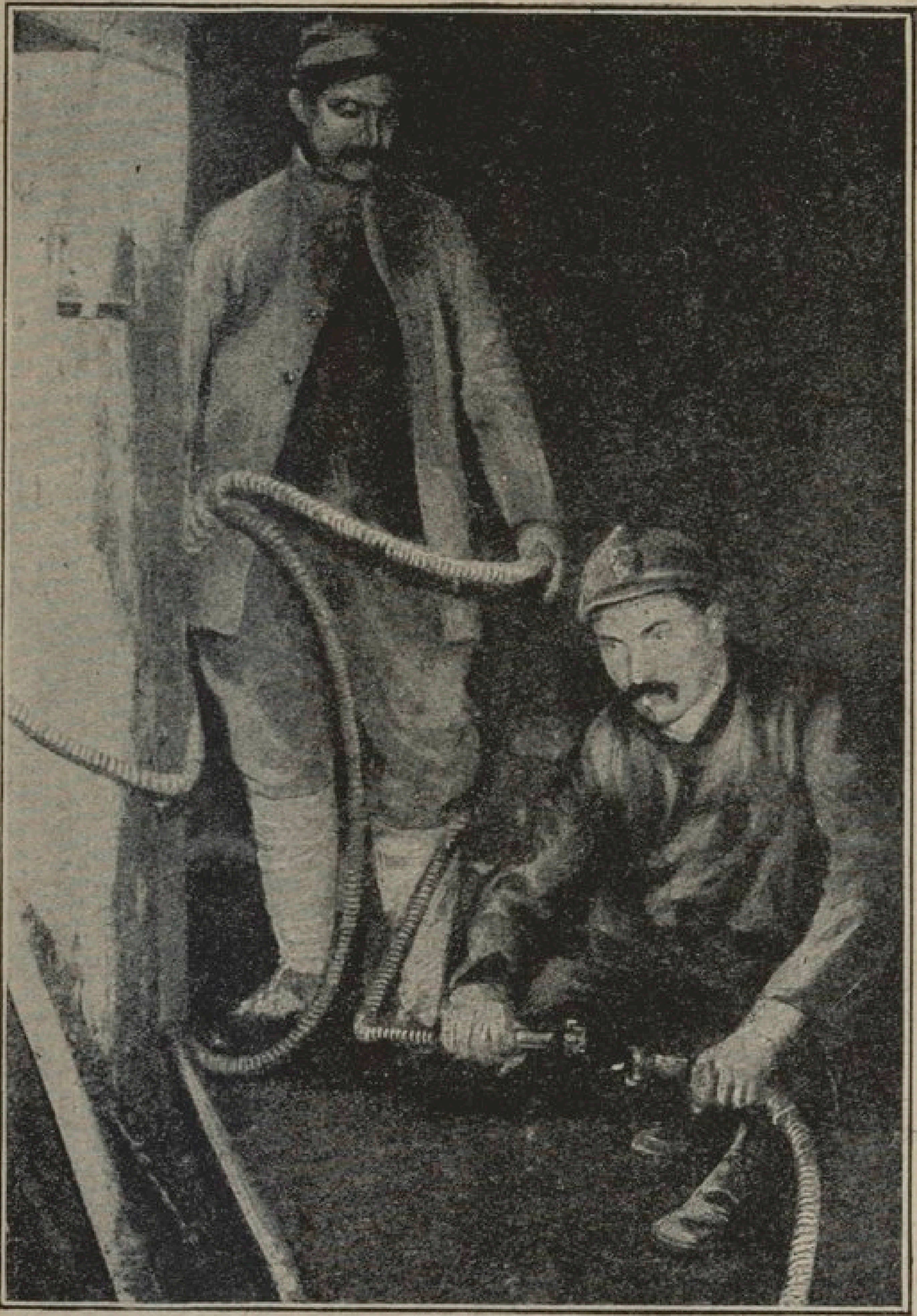
CREUSEMENT D'UNE GALERIE, SUR LE FRONT, AU MOYEN DU MÊME MARTEAU PNEUMATIQUE

une course réelle de 32 mm. L'outil fournit néanmoins un service très appréciable.

Dans le marteau *Hardy*, type B6, qui est le plus court et le plus léger de tous les outils de ce genre, le clapet battant fait partie d'un tiroir qui se déplace dans une chambre et, pour arriver à la distribution, l'air comprimé doit traverser un orifice étroit qui donne lieu à un laminage assez important.

Les distributions par clapet battant sont aussi employées dans les outils *Korfmann* et *Burton*. La rotation du fleuret de ce dernier se fait sans que le piston tourne, ce qui est avantageux pour faciliter la progression en avant et pour diminuer l'usure de l'outil.

Parmi les véritables marteaux piqueurs, l'appareil *Ingersoll* est actuellement de beaucoup le plus répandu dans les mines de charbon. Le piston frappe alors sur une aiguille d'acier emmanchée sur le marteau, à la façon du fleuret des perforateurs. L'aiguille s'enfonce dans la veine, et, si la nature de la couche s'y prête, l'ouvrier détache ainsi des morceaux de houille plus gros et plus nombreux que ceux qu'il obtiendrait dans le même temps par l'abatage au pic. Au contraire, dans les veines très compactes, il y a presque égalité entre les deux modes de travail. Dans ce système de piqueur, l'admission est commandée par une gâchette fixée dans la poignée, ce qui permet à l'ouvrier d'arrêter le marteau et de le remettre en marche très rapidement suivant les nécessités diverses du travail.



SAPEUR DU GÉNIE RACCORDANT LE TUYAU D'ALIMENTATION D'UN MARTEAU-PIQUEUR A LA CONDUITE GÉNÉRALE D'AIR COMPRIMÉ VENANT DE LA STATION DE POMPAGE, SOUVENT ÉLOIGNÉE

L'entretien et le nettoyage des marteaux perforateurs à tiroir sont plus coûteux que ceux des marteaux à distribution automatique. Notamment les valves qui servent à l'introduction de l'air comprimé doivent être assez fréquemment remplacées. Les pointerolles d'acier s'usent très rapidement et il faut les reforger au moins quatre à cinq fois par semaine.

Quel que soit le fini de la construction, les pièces des marteaux, tels que les cylindres, les pistons et les busettes, périssent assez rapidement par usure et doivent être, en général, remplacés au bout de six mois de marche quotidienne, surtout si le graissage n'est pas suffisamment assuré.

La consommation d'air comprimé est naturellement variable, suivant les conditions du travail, mais, pour tenir compte des divers aléas, il est prudent de tabler, par marteau, sur une consommation de 100 litres d'air comprimé à 5 kilos par minute de travail, soit 27 mètres cubes d'air libre à l'heure.

L'économie totale que permet de réaliser l'emploi des marteaux-piqueurs peut être estimée à 25 % en moyenne par rapport au prix de revient de la tonne abattue à la main. En résumé, le travail mécanique rend des services marqués dans toutes les mines de houille, surtout quand il s'agit de char-

bons durs où il facilite considérablement les sous-caves et permet de supprimer le travail à la masse et à la pioche

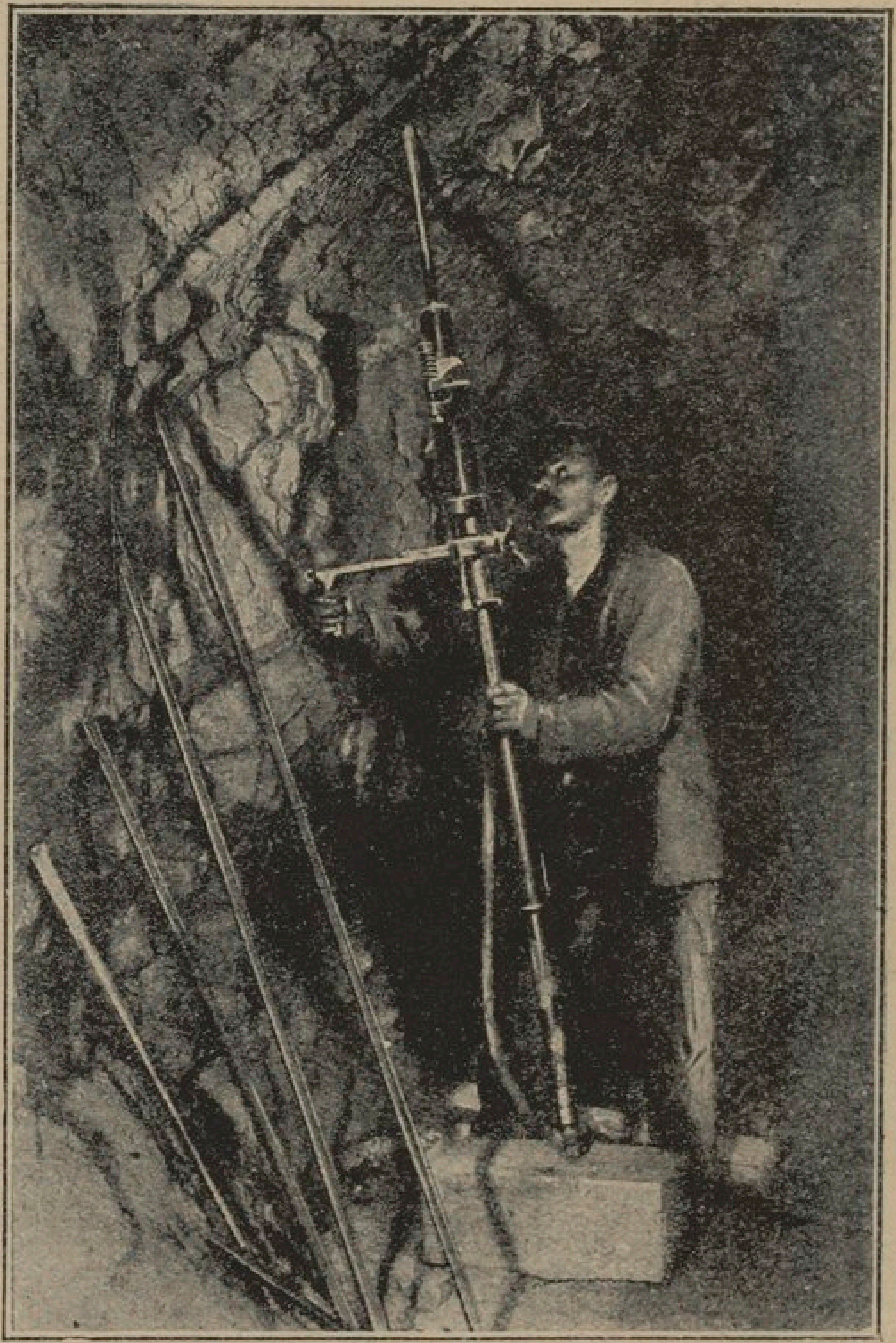
Au début de leur emploi en France, les marteaux pneumatiques ont été l'objet de l'hostilité persistante des vieux ouvriers, qui ne voulaient pas consentir à modifier leur mode de travail. Les jeunes mineurs ont, au contraire, accueilli le nouvel outillage avec la plus grande faveur et ont vite appris à s'en servir correctement.

On peut dire, en effet, que l'emploi du marteau perforateur fatigue beaucoup moins l'ouvrier que le travail au pic et qu'il permet, grâce à l'emploi de l'air comprimé, un excellent aérage de tous les chantiers.

Pour qu'un marteau-piqueur donne à la fois satisfaction à l'exploitant et au mineur, il doit être léger, robuste, de construction simple, et réaliser une puissance de choc suffisante, sans que son fonctionnement donne lieu à des trépidations d'une trop grande violence.

La résistance des aciers employés pour la fabrication des fleurets a une très grande importance dans les résultats que l'on peut obtenir au moyen des marteaux perforateurs pneumatiques.

On a essayé les aciers spéciaux au chrome, au vanadium, au tungstène, etc. Mais, en réalité, un bon acier au carbone suffit dans la plupart des cas. La trempe des fleurets est très délicate et elle ne doit être ni trop chaude, ni trop longue. En tous cas, il ne faut pas dépasser le rouge sombre ni tremper autre chose que le taillant. Si on trempe sur trop de longueur, la tige du fleuret devient cassante, parce qu'elle a une tendance à cristalliser vers son extrémité, à la suite des chocs répétés qu'elle reçoit, ou d'un trop fort échauffement. Le phénomène de la cristallisation peut aussi se manifester au point de soudure des fleurets quand ceux-ci ne sont pas d'une seule pièce.



PERCEMENT D'UN TROU DE MINE DANS LE TOIT D'UNE CHAMBRE AU MOYEN DU MARTEAU PNEUMATIQUE

Le marteau pneumatique, constamment refroidi par une injection d'air comprimé, a le grand avantage de s'échauffer peu, ce qui expose moins le fleuret à perdre sa trempe.

Le taillant du fleuret a généralement six ou huit arêtes. Le taillant en croix, c'est-à-dire à quatre arêtes, donne des débris trop gros et d'une expulsion difficile; cependant il a conservé des partisans parce qu'il offre des avantages au point de vue de l'attaque de la roche. En effet, ses entailles successives se croisent plus facilement que celles du taillant à six ou huit arêtes, qui, malgré la rotation, attaque très fréquemment la roche dans les mêmes entailles.

En résumé, les conditions d'emploi des marteaux pneumatiques sont suffisamment variées et commodes pour justifier leur adoption de plus en plus large par nos exploitations françaises. C'est là une solution de l'angoissant problème de la main-d'œuvre si complexe et si urgent chez nous.

FERNAND FELLETIN.

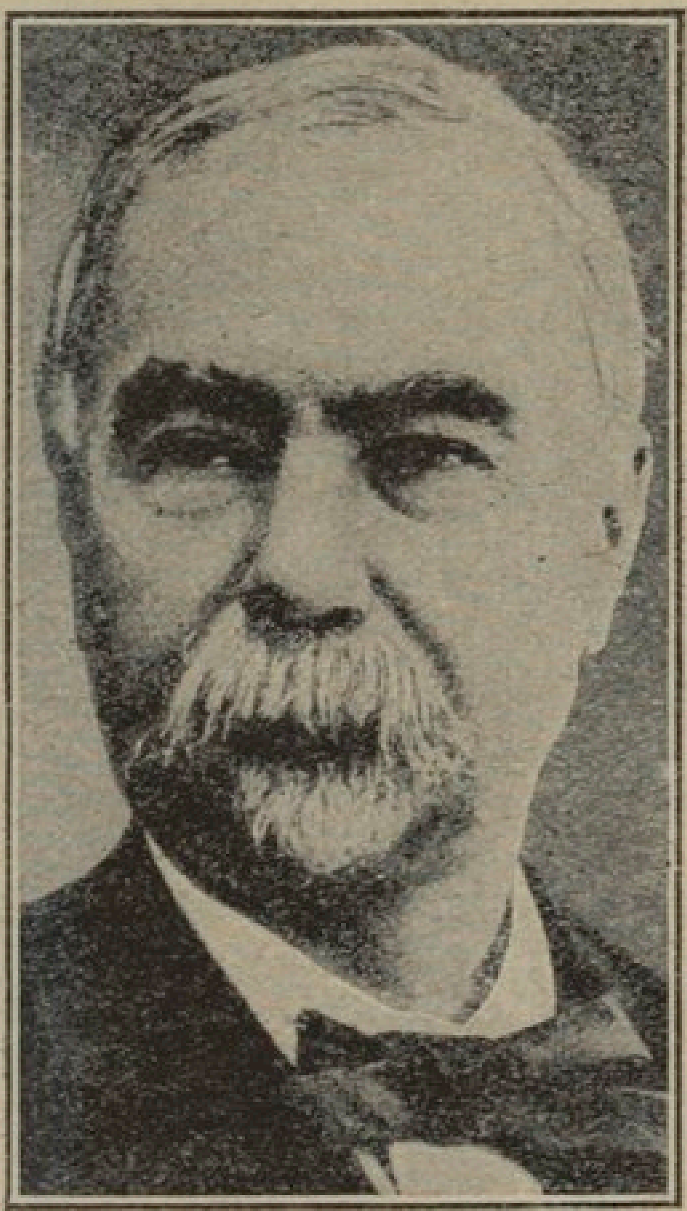
LA CARTOGRAPHIE AÉRIENNE

Par Georges **HOUARD**

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE LA LIGUE FRANÇAISE DU CERF-VOLANT

L'INDUSTRIE aéronautique a réalisé tant de progrès depuis le début de la guerre qu'il est à penser qu'elle poursuivra, la paix venue, son développement logique. Si l'aéroplane individuel, l'aéroplane de tourisme ne paraît pas être encore à la veille de détrôner l'automobile particulière, par contre, l'avion d'Etat, l'avion postal notamment, prendra bientôt naissance pour le plus grand bien de notre avenir économique.

L'idée d'utiliser des avions pour réunir entre elles nos villes principales implique la nécessité d'établir de véritables routes de l'air, qui faciliteront grandement la tâche ardue des pilotes. Car les voyages aériens à grande distance ne se réalisent pas aussi aisément qu'on le croit généralement. En temps de guerre, les reconnaissances à objectif lointain sont rendues d'autant plus difficiles que l'aviateur est obligé de voler très haut pour échapper aux atteintes de l'artillerie ennemie. Les risques de s'égarer sont ainsi considérablement accrus et il faut toute l'habileté, toute la science et même tout l'héroïsme d'un Daucourt ou d'un Beauchamp pour effectuer au-dessus d'un pays inconnu, dans l'état actuel de la question, un voyage de 700 kilomètres.



LE COLONEL LAUSSEDAT

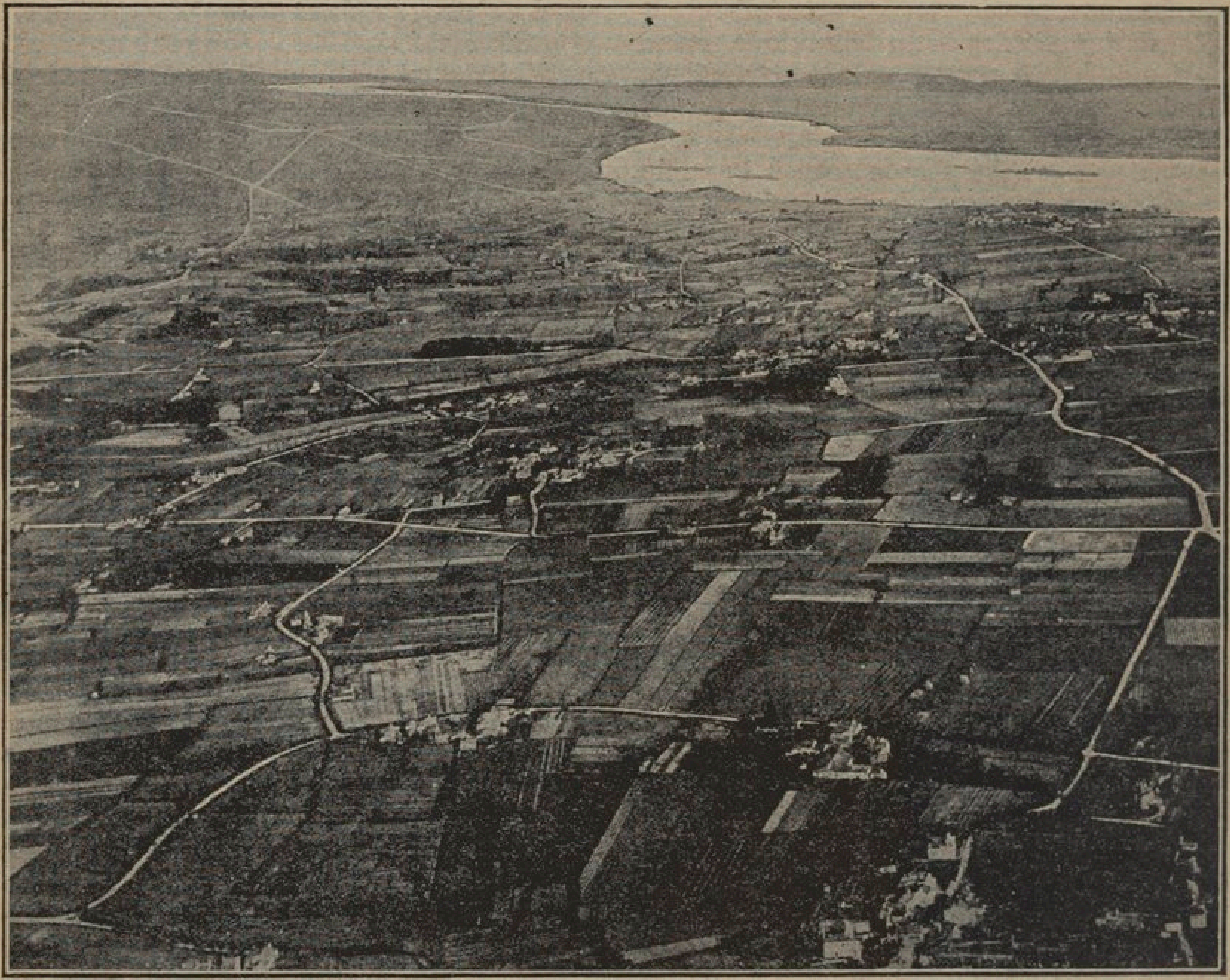
Il imagina, dès l'année 1845, les premières applications de la photographie au lever des plans. Ses méthodes métrophotographiques, mises en pratique dans le monde entier, ont donné les résultats les plus remarquables.
(Mort le 18 mars 1907).

En temps de paix, ce sera évidemment moins compliqué, mais il faudra néanmoins, pour réaliser un *service régulier* de ville à ville étudier une organisation nouvelle dont la base essentielle repose sur l'établissement d'une *carte aérienne.*

Le besoin d'une carte spéciale se fait impérieusement sentir. Si l'on songe, en effet, qu'il arrive fréquemment à un automobiliste, un cycliste ou un simple piéton de s'égarer et de s'engager dans une voie totalement opposée à celle qu'il aurait dû suivre, et cela en dépit des moyens dont il dispose pour repérer sa route, on admet sans peine qu'un pilote d'avion, volant à plus de cent cinquante kilomètres à l'heure, à deux ou trois mille mètres de haut, a énormément de difficultés pour reconnaître le chemin qu'il lui faut suivre. La brume et les nuages s'interposent entre l'aéroplane et la surface de la terre, dissimulant ainsi aux yeux de l'aviateur les repères qui pourraient faciliter son orientation. Si deux voies s'offrent au touriste aérien, s'il ne sait pas exactement celle qu'il lui faut prendre, il n'a pas, comme l'automobiliste, la faculté de ralentir son allure ou même de s'arrêter pour déchiffrer l'inscription d'un poteau indicateur ou pour interroger un promeneur complaisant. Il n'a d'autre ressource, pour se guider, que la lecture de la carte, qu'il lui faut d'ailleurs étudier avec soin avant d'entreprendre un voyage de quelque durée. Si nous envisageons, dans un avenir relativement proche, l'organisation de services aériens réguliers, il nous faut donc mettre à la disposition de ceux qui seront chargés de les réaliser une carte qui soit la reproduction exacte, claire et complète des régions qu'il leur faudra survoler.

A l'heure actuelle, cette carte n'existe pas. Celles dont se servent nos aviateurs sont absolument insuffisantes. Elles consistent, le plus souvent, en de simples fragments de la carte d'état-major sur lesquels le pilote accentue au crayon rouge les repères les plus importants. C'est là un moyen rudimentaire dont on ne saurait se contenter.

Les cartes ordinaires sont établies pour l'usage des automobilistes, des cyclistes et des piétons dont l'allure maximum varie de six à soixante kilomètres à l'heure. Elles ne peuvent convenir à celui qui vole à une allure trois ou quatre fois plus rapide et auquel importent peu certaines indications qui peuvent être utiles ou indispensables au touriste terrien. Les sentiers sous bois, les petits chemins communaux, les délimitations de département ou de canton sont, par exemple, des indications tout à fait superflues sur une carte aérienne, par suite du champ considérable qu'embrasse à quinze cents ou deux mille mètres de haut, le regard du pilote. Par contre, il peut être intéressant pour lui de connaître certains sites facilement repérables par la présence d'une ferme ou d'un château isolés, d'une tour, d'un aqueduc d'une ligne de chemin de fer, d'une rivière, etc... La conception d'une carte aérienne est donc totalement différente d'une carte terrestre.



LA DORDOGNE AU BEC D'AMBÈS ET LES TROIS ILES DE BOURG-SUR-GIRONDE

Cette photographie, obtenue au moyen de cerfs-volants par M. Marc Pujo, est remarquable par la netteté des détails topographiques que l'on y découvre. Prise à faible hauteur (450 mètres environ) elle embrasse cependant un angle visuel considérable.

Quelques mois avant la guerre, l'état-major avait fait un essai intéressant dans ce sens en supprimant, sur une carte destinée aux aviateurs, tous les détails qui n'étaient pas strictement nécessaires au repérage des routes aériennes. Mais ce n'était toutefois qu'un timide essai dont les résultats laissaient encore énormément à désirer.

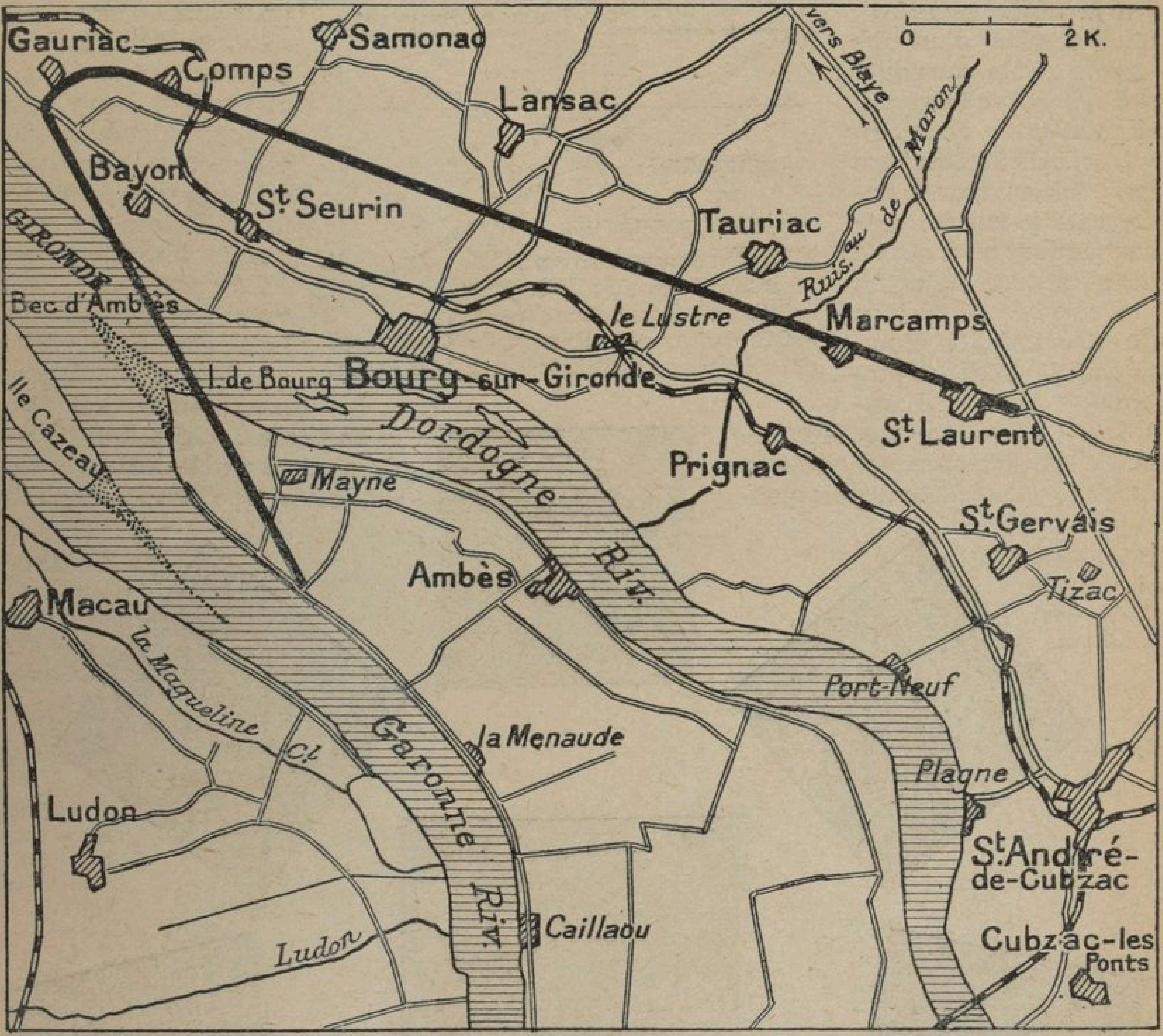
Pour qu'une carte aérienne soit parfaite, il faudrait qu'elle représentât le terrain exactement comme le voit l'aviateur du haut de son appareil. Observée d'en haut, la configuration du sol a un aspect absolument différent de celui dont nous avons l'habitude de nous la représenter. Les routes, les villes, les forêts, les cours d'eaux prennent une physionomie particulière qu'il est difficile, sinon impossible, de reproduire fidèlement sur une carte. Mais où le cartographe rencontrerait des difficultés presque insurmontables dans l'accomplissement de sa tâche, le photographe est à même de réussir

parfaitement. La solution du problème réside véritablement dans l'application de la photographie aérienne à la cartographie. Il suffit d'examiner un cliché pris à mille mètres au-dessus du sol pour se rendre compte que la photographie ainsi obtenue constitue une carte aérienne absolument idéale dont l'aspect familier à l'aviateur rend pour ainsi dire impossible toute fausse interprétation.

Mais cette photographie inscrite sur un cliché de dimensions minimes ne représente qu'une très faible portion de terrain. Est-il possible de généraliser le procédé et d'établir de cette façon une carte aérienne embrassant un rayon très étendu? On peut répondre affirmativement, car dès à présent il serait facile d'établir la carte de la route aérienne de Paris à Marseille, par exemple. La tâche serait considérable, certes, mais elle est parfaitement réalisable avec les moyens dont nous pouvons disposer actuellement, et surtout avec du temps.

Sans parler des dispositifs de phototopographie aérienne qui sont, en ce moment, utilisés par nos armées, pour l'exécution des cartes du front, nous pouvons décrire deux appareils qui permettraient, à coup sûr, d'aboutir au résultat cherché. L'un est de construction autrichienne ; l'autre a été imaginé assez récemment par un officier du génie italien, le commandant Douhet.

Le premier permet d'obtenir des documents extrêmement précis dont la réunion constitue la carte photographique parfaite. Les opérations de prise de vues devraient être confiées à un dirigeable. un ballon

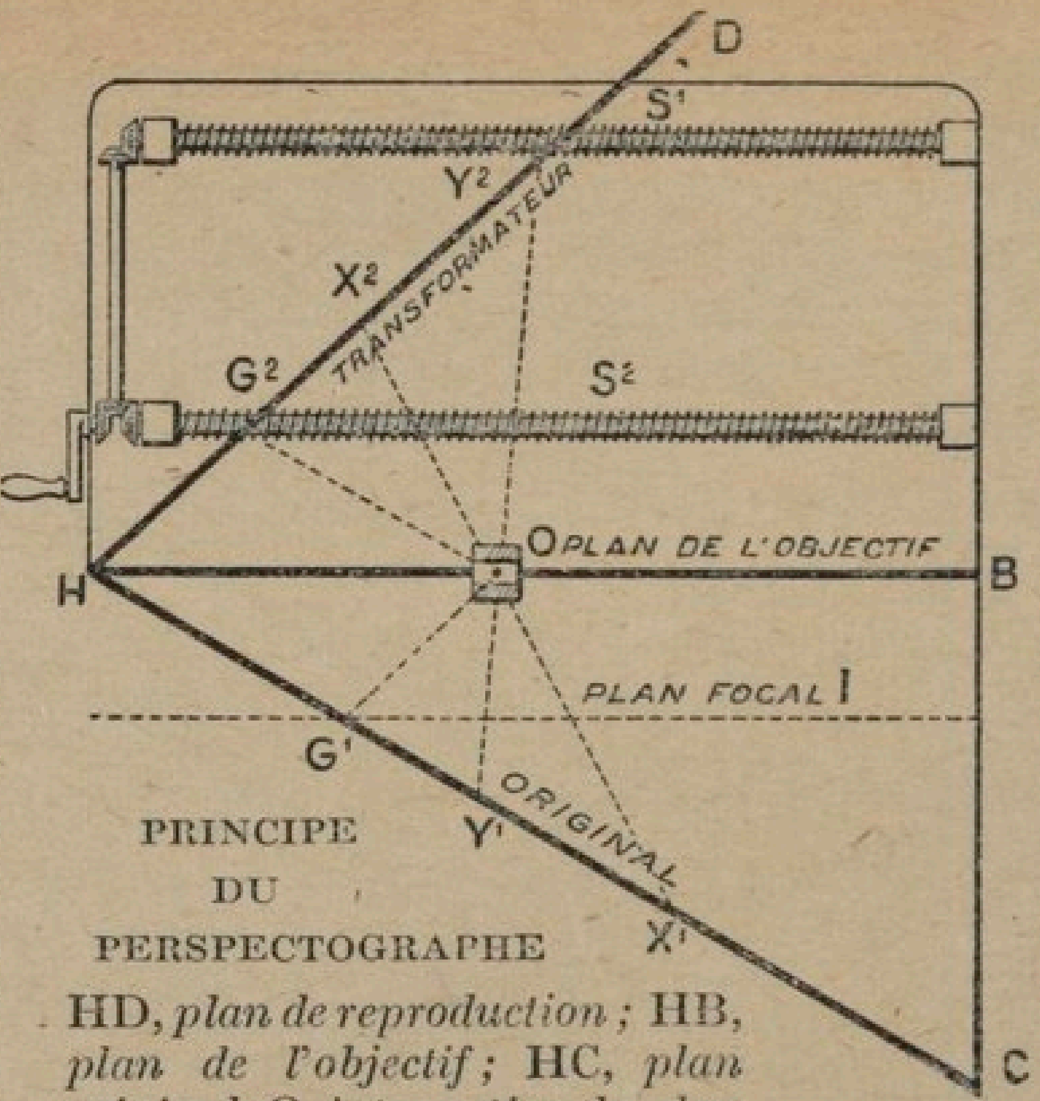


LA RÉGION DU BEC D'AMBÈS REPRÉSENTÉE PAR UNE CARTE ORDINAIRE

En comparant ce document avec la carte photographique de la page précédente, on se rend compte combien cette dernière est plus complète et plus précise. Toute la région comprise à l'intérieur du triangle est reproduite sur la carte photographique.

captif ou un cerf-volant, plutôt qu'à un aéroplane. Le second, au contraire, a été étudié pour photographier le terrain de haut en bas, à bord d'un avion ; les vues obtenues fournissent immédiatement la photographie d'un *itinéraire aérien*, sans qu'il soit nécessaire de recourir à d'autre opération que celle d'effectuer, une seule fois, un voyage au-dessus de la contrée quelconque dont on a décidé de constituer la carte.

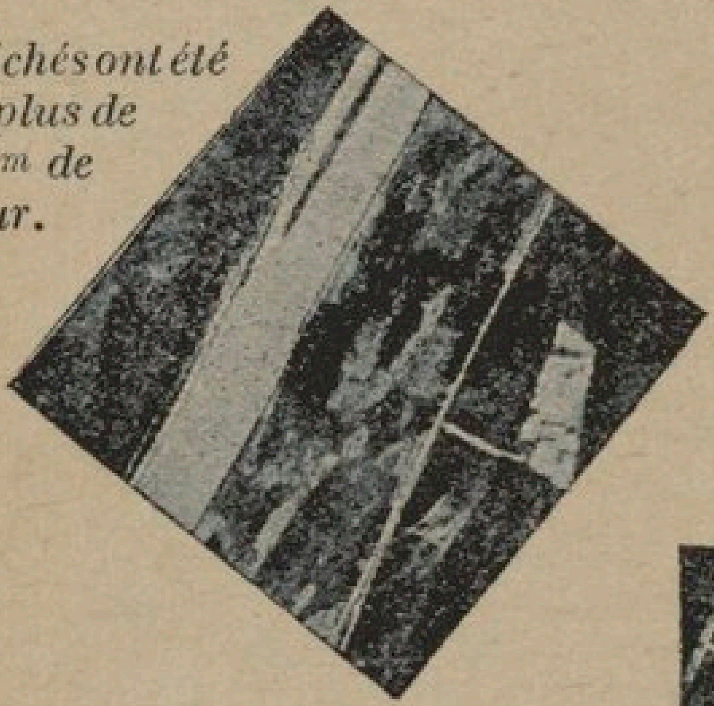
L'appareil autrichien dû au capitaine Scheimpflug est l'application pratique du procédé Laussedat. C'est donc une idée essentiellement française que nos ennemis ont réalisée depuis quelques années déjà. Le système du capitaine Scheimpflug est basé sur l'emploi de deux appareils distincts. L'un est destiné à prendre les vues du haut d'un engin aérien ; l'autre a pour but d'assurer le redressement des clichés obtenus par le premier appareil, de façon à corriger tous les défauts de perspective que pourrait causer une horizontalité défectueuse de la plaque impressionnée.

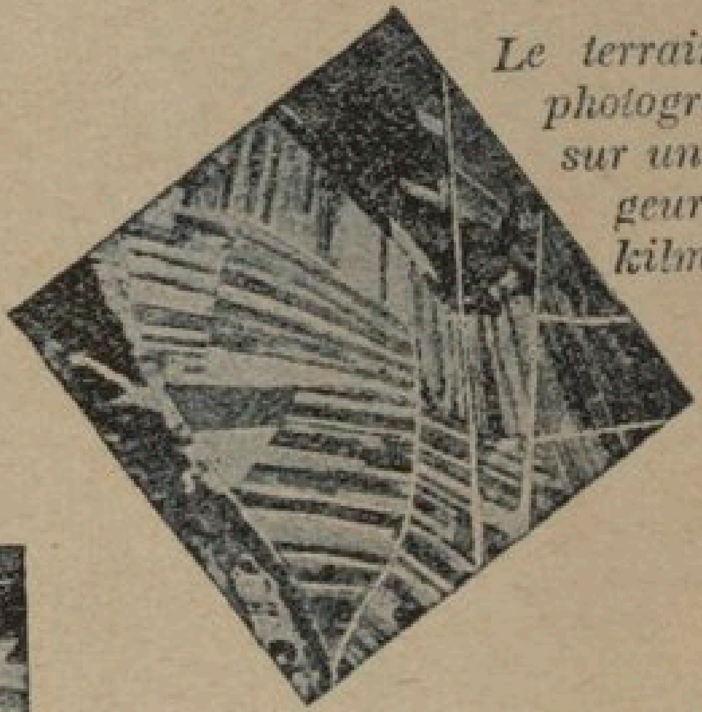


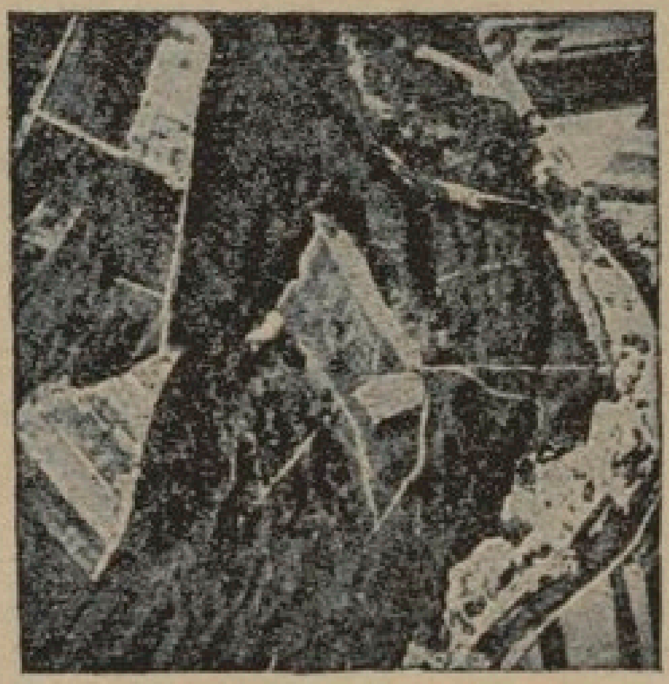
PRINCIPE DU PERSPECTOGRAPHE

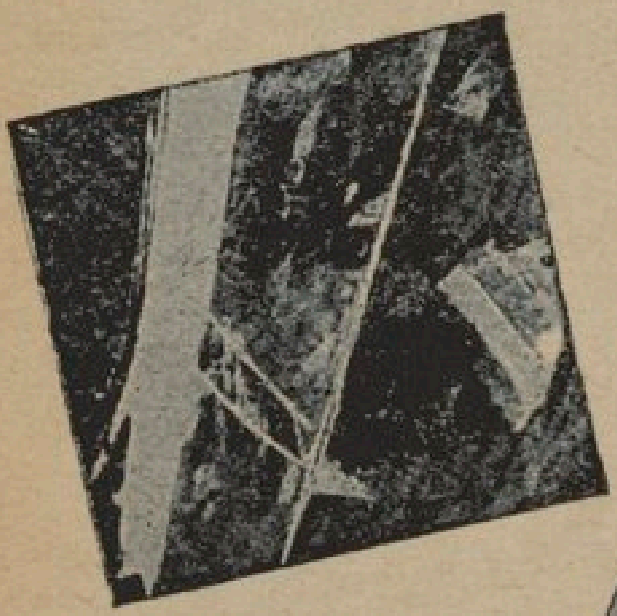
HD, *plan de reproduction ;* HB, *plan de l'objectif ;* HC, *plan original ;* O, *intersection du plan original et du plan de reproduction ;* H, *axe de collinéation ;* S^1S^2, *écrous à pas égaux.*

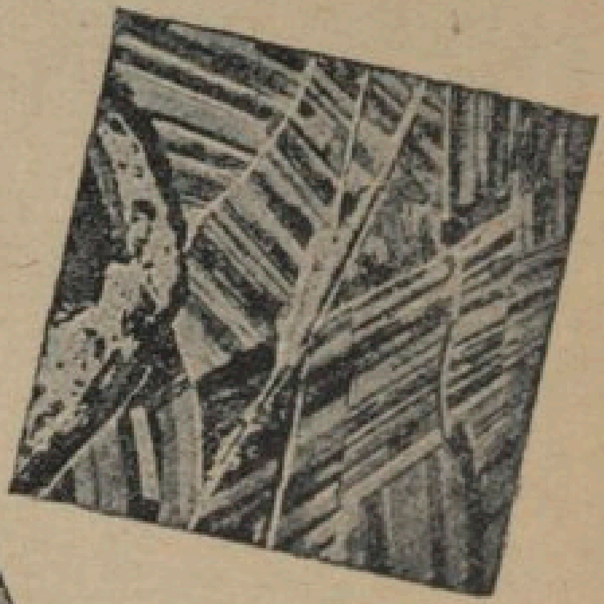
L'appareil de prise de vues est constitué par huit chambres photographiques dont sept sont groupées autour de la huitième. L'objectif de celle-ci est braqué verticalement sur le sol, tandis que l'axe optique des

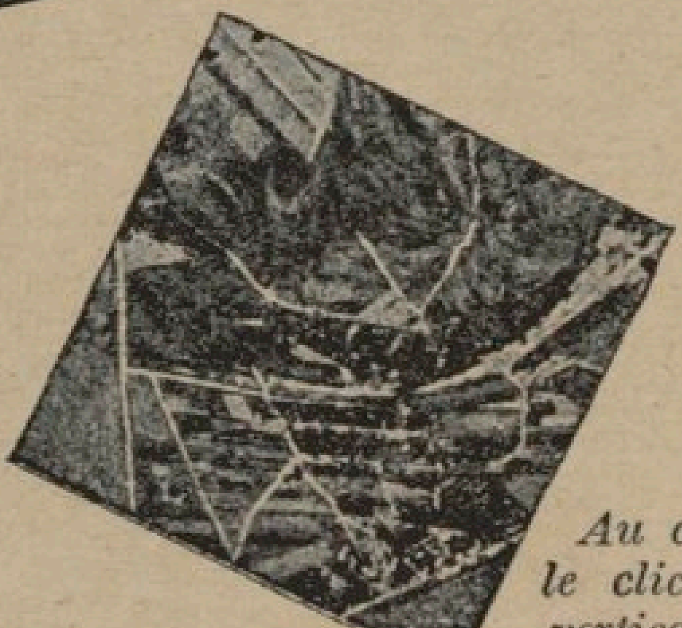


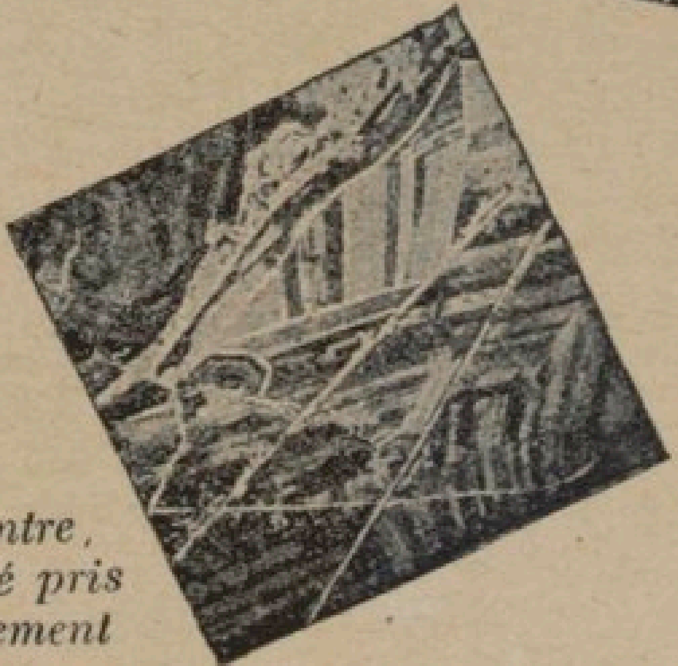












Ces clichés ont été pris à plus de 2.500 m de hauteur.

Le terrain est photographié sur une largeur de 12 kilm.500.

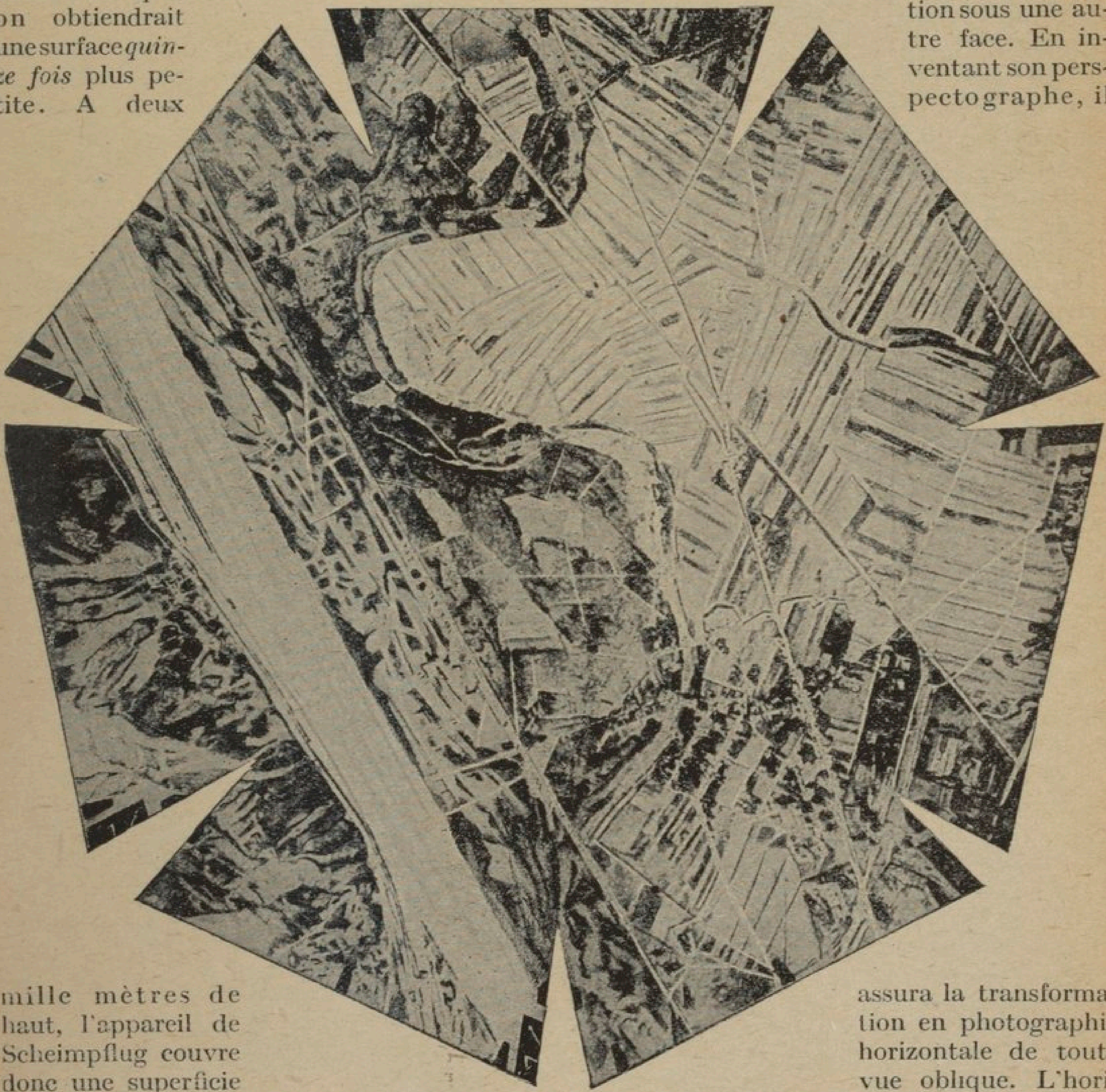
LES HUIT PHOTOGRAPHIES OBTENUES SIMULTANÉMENT PAR LE PHOTOCARTE SCHEIMPFLUNG

Au centre, le cliché pris verticalement

TOUS LES ACCIDENTS DU SOL SE DÉTACHENT SUR CES CLICHÉS AVEC UNE NETTETÉ REMARQUABLE

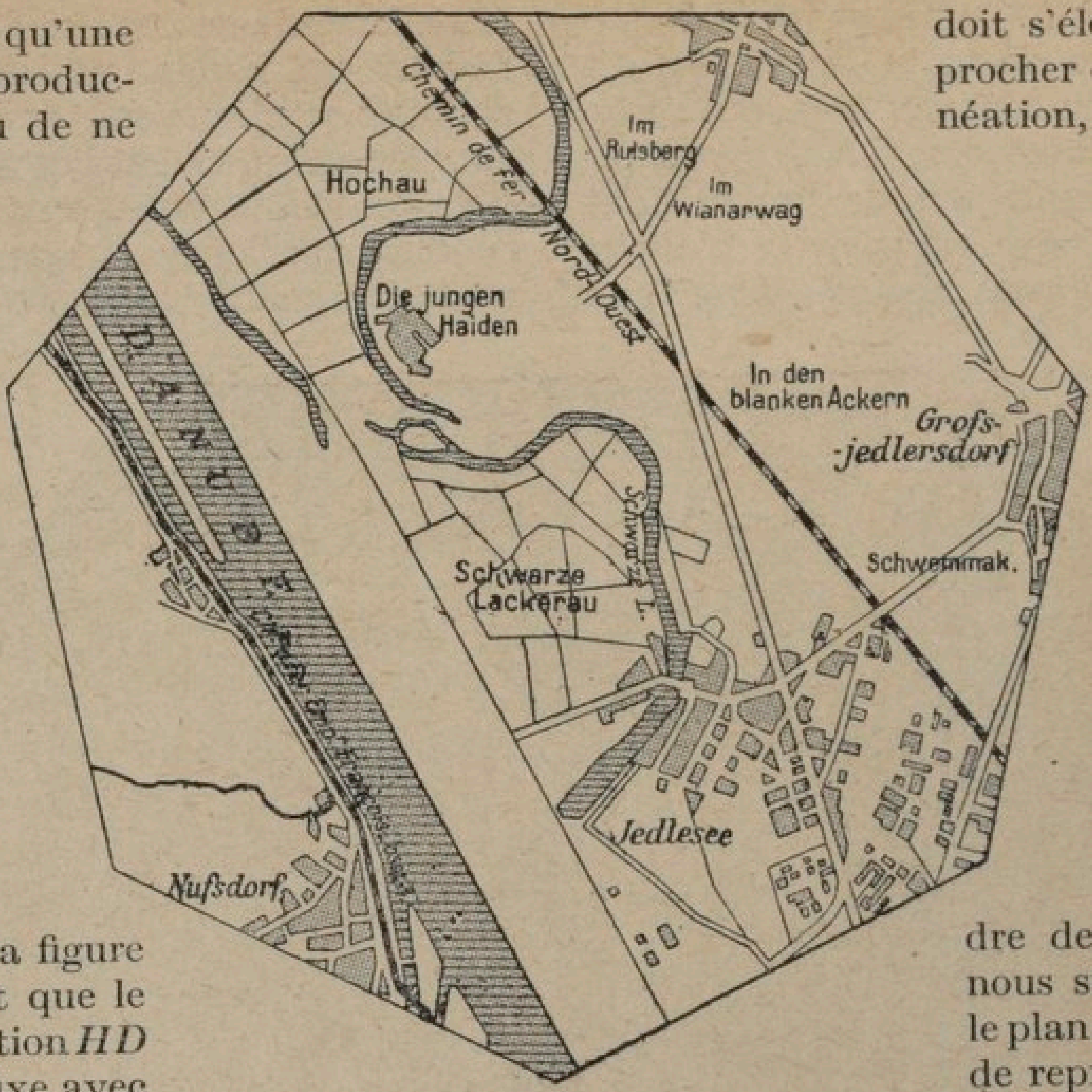
autres est incliné à 45° sur l'horizon. L'avantage que l'on tire de cette disposition est considérable : d'un seul coup, on déclanche l'obturateur des huit chambres, photographiant ainsi un heptagone de terrain dont le diamètre est égal à *cinq fois* la hauteur de l'appareil au-dessus du sol. Avec une chambre simple, on obtiendrait une surface *quinze fois* plus petite. A deux mille mètres de haut, l'appareil de Scheimpflug couvre donc une superficie dont la largeur est de 10 kilomètres. Dans ces conditions, pour photographier un terrain sans discontinuités, il suffit d'assurer le déclanchement des chambres tous les sept kilomètres, distance exactement égale à trois fois et demie la hauteur de l'appareil.

Pour obtenir une reproduction parfaitement exacte au point de vue perspectif du terrain photographié, il faut assurer l'horizontalité absolue de la plaque. En recourant à une chambre simple on n'y parvient que difficilement, surtout si l'on emploie pour l'élever un ballon ou un cerf-volant. On pourrait solutionner le problème en déclanchant électriquement l'obturateur au moyen d'un contact à mercure ne laissant passer le courant que lorsque l'appareil est parfaitement horizontal, mais Scheimpflug préféra aborder la question sous une autre face. En inventant son perspectographe, il assura la transformation en photographie horizontale de toute vue oblique. L'horizontalité parfaite de la plaque n'était donc plus une condition *sine qua non* pour l'établissement d'une carte photographique ; c'est pourquoi Scheimpflug n'hésita pas à adopter son système, extrêmement ingénieux, de chambres multiples dont l'inclinaison des objectifs permet d'embrasser une étendue de terrain beaucoup plus grande.



LES HUIT VUES REDRESSÉES AU PERSPECTOGRAPHE ET ASSEMBLÉES POUR FORMER UNE CARTE GÉOGRAPHIQUE

Lorsqu'une vue a été prise au moyen de l'appareil photographique, on procède à son redressement en utilisant le perspectographe.

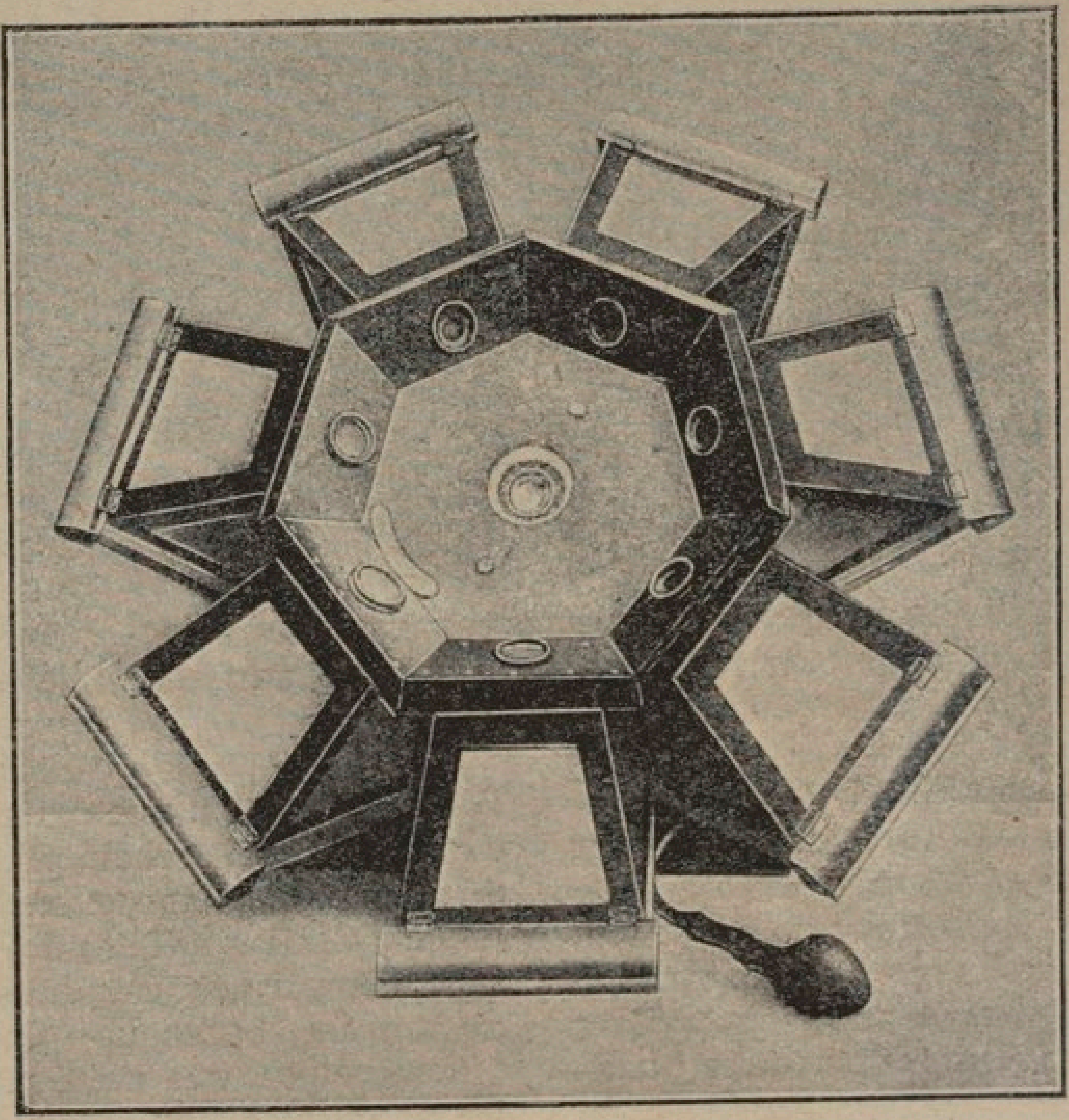


CARTE ORDINAIRE DE LA RÉGION PHOTOGRAPHIÉE PAR LE " SCHEIMPFLUNG "

Celui-ci n'est autre qu'une chambre de reproduction, mais au lieu de ne permettre que des agrandissements ou des réductions de clichés, comme les appareils ordinaires, il est à même de résoudre photographiquement et à pleine ouverture de l'objectif, toutes sortes de problèmes de perspectives.

Le principe du perspectographe est schématiquement établi par la figure page 40. On voit que le plan de reproduction *HD* forme un angle fixe avec le plan de l'objectif reproducteur *HB*. Par contre, l'angle que fait ce dernier avec le plan original *HC* est variable. Mais, quel que soit cet angle, il faut que le plan de l'objectif passe par l'intersection du plan original et du plan de reproduction. On y parvient en assurant la mobilité du plan original autour de l'axe de colliméation *H*, ce dernier formant pivot, ou, ce qui revient au même, en déterminant le déplacement du plan original par le jeu de deux écrous à pas égaux. Ces écrous tournent ensemble, mais leur nombre de tours est proportionnel à la distance du plan de l'objectif. Pour la mise au point à tous les angles choisis, l'objectif doit s'éloigner ou se rapprocher de l'axe de colliméation, tout en restant exactement dans le même plan.

L'image de la plaque originale, en passant à travers l'objectif, vient donc se reproduire sur la plaque de transformation. L'exposé de la théorie du redressement photographique nous entraînerait trop loin et sortirait, d'ailleurs, du cadre de cet article. Qu'il nous suffise de dire que le plan original et le plan de reproduction forment avec le centre optique de l'objectif un véritable système projectif auquel s'appliquent toutes les lois de la perspective et qui assure, en définitive, la transformation en vue horizontale de toute vue inclinée. L'objectif se trouve à l'intérieur du perspectographe ; son axe optique est horizontal et parallèle au déplacement longitudinal qu'on peut donner aux deux parois porte-plaques. Chaque paroi est pourvue d'un axe de rotation vertical et d'un cercle horizontal gradué, indiquant l'angle de la plaque par rapport à l'axe optique. Les parois peuvent coulisser verticalement et horizontalement ; elles portent chacune un cercle gradué sur lequel

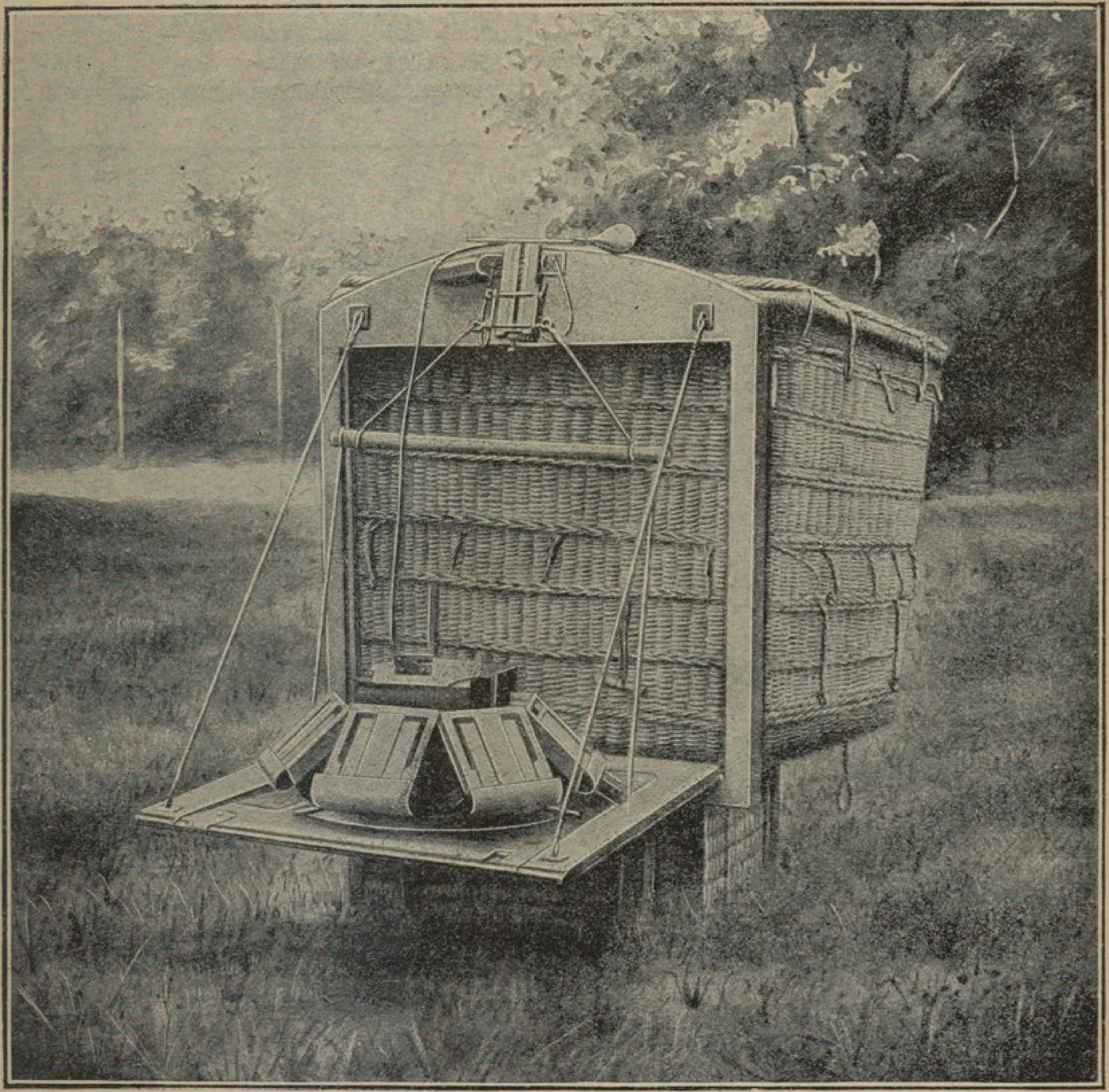


L'APPAREIL SCHEIMPFLUNG A CHAMBRES MULTIPLES

s'applique la plaque. Une lampe à mercure projette sa lumière vive à travers la plaque originale sur la plaque de reproduction.

Chacune des huit photographies prises par l'appareil à chambres multiples est de forme carrée. Il y a recouvrement entre le champ visuel des différentes chambres, de telle sorte que lorsque les vues ont été redressées au perspectographe et prêtes à être assemblées, elles se présentent, chacune, sous la forme d'un trapèze. L'assemblage a lieu au moyen d'un appareil spécial qui réunit les sept vues obliques à la vue centrale avec une précision microscopique pour former le plan d'ensemble qui couvre un angle visuel de 140°. (Figure à la page 41).

On a alors sous les yeux une photographie remarquable qui constitue une carte absolument correcte, contenant tous les détails visibles du haut d'un appareil aérien et qui sont reproduits dans leur proportion relative.



APPAREIL SCHEIMPFLUG A HUIT CHAMBRES FIXÉ A LA NACELLE D'UN BALLON LIBRE

L'appareil peut être utilisé à bord de tous les engins aériens : ballons libres ou captifs, dirigeables, aéroplanes, cerfs-volants, etc. Le déclenchement des huit chambres à lieu automatiquement au moyen d'une poire en caoutchouc fixée sur l'un des bords de la nacelle.

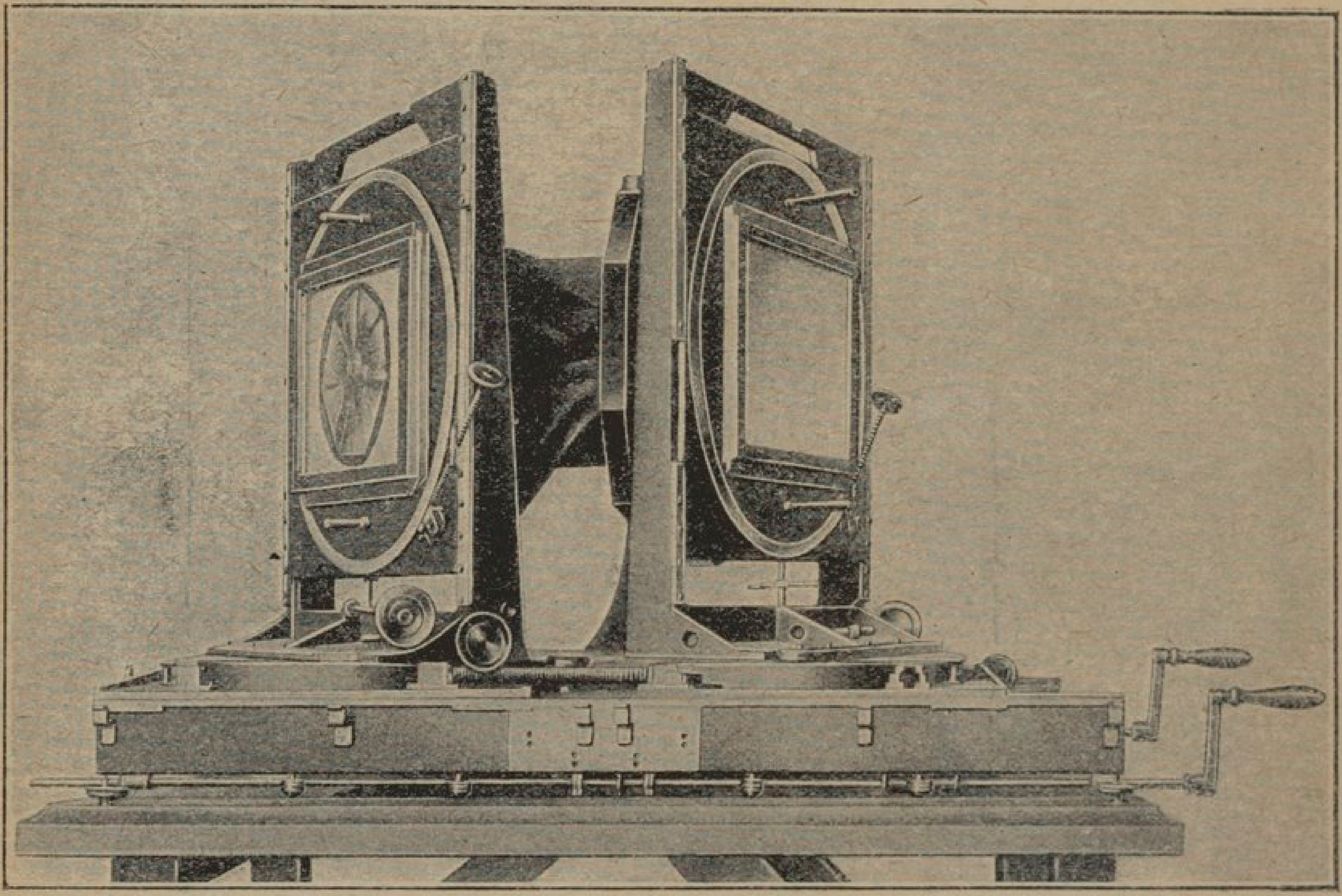
Cependant, pour donner à ses cartes photographiques une précision plus grande encore et en rendre la lecture plus aisée, Scheimpflug s'est également efforcé d'obtenir des vues stéréoscopiques, seul moyen de relever les différences d'altitude des régions survolées. Pour y parvenir, il faut

photographier chaque élément de terrain, de deux points différents, ce qui présente des difficultés assez grandes, mais qu'on est cependant parvenu à surmonter. D'ailleurs, il existe un moyen singulièrement plus simple de figurer les ondulations orographiques. C'est de teinter de différentes couleurs les terrains photographiés, suivant qu'ils présentent des creux ou des renflements. Si l'on s'en rapporte aux théories d'un collaborateur de Scheimpflug, certaines teintes impliqueraient les unes une idée de concavité, les autres, de convexité. L'application du système des couleurs physiologiques a été faite sur les cartes Scheimpflug, où elle a donné d'assez bons résultats. Les vallées, les plaines basses ont été teintées en vert pâle, les collines et les montagnes en rouge brun. Ces couleurs font ressortir le relief du terrain du premier coup d'œil.

L'établissement d'une carte aérienne, même si elle représente une superficie considérable, est facilement réalisable par le procédé Scheimpflug. Quelques mois avant la guerre, le gouvernement austro-hongrois avait détaché auprès des inventeurs plusieurs officiers de l'Institut géographique militaire, en vue d'étudier l'utilisation de l'appareil Scheimpflug pour la revision du cadastre de l'empire de François-Joseph.

Les principes photogrammétriques de Scheimpflug ne sont, répétons-le, que l'application à la cartographie aérienne des théories du colonel Laussedat, qui imagina, dès l'année 1845, les premières applications de la photographie au lever des plans. Malheureusement, l'inventeur n'eut pas la satisfaction de voir sa méthode adoptée immédiatement dans son propre pays ; ce fut, au contraire, en Espagne, au Canada, en Russie et en Autriche que ses travaux trouvèrent dès le début l'accueil qu'ils méritaient. En 1888, un ingénieur canadien, M. Deville, tira de la méthode Laussedat un prodigieux parti en exécutant notamment des levers des régions montagneuses inaccessibles.

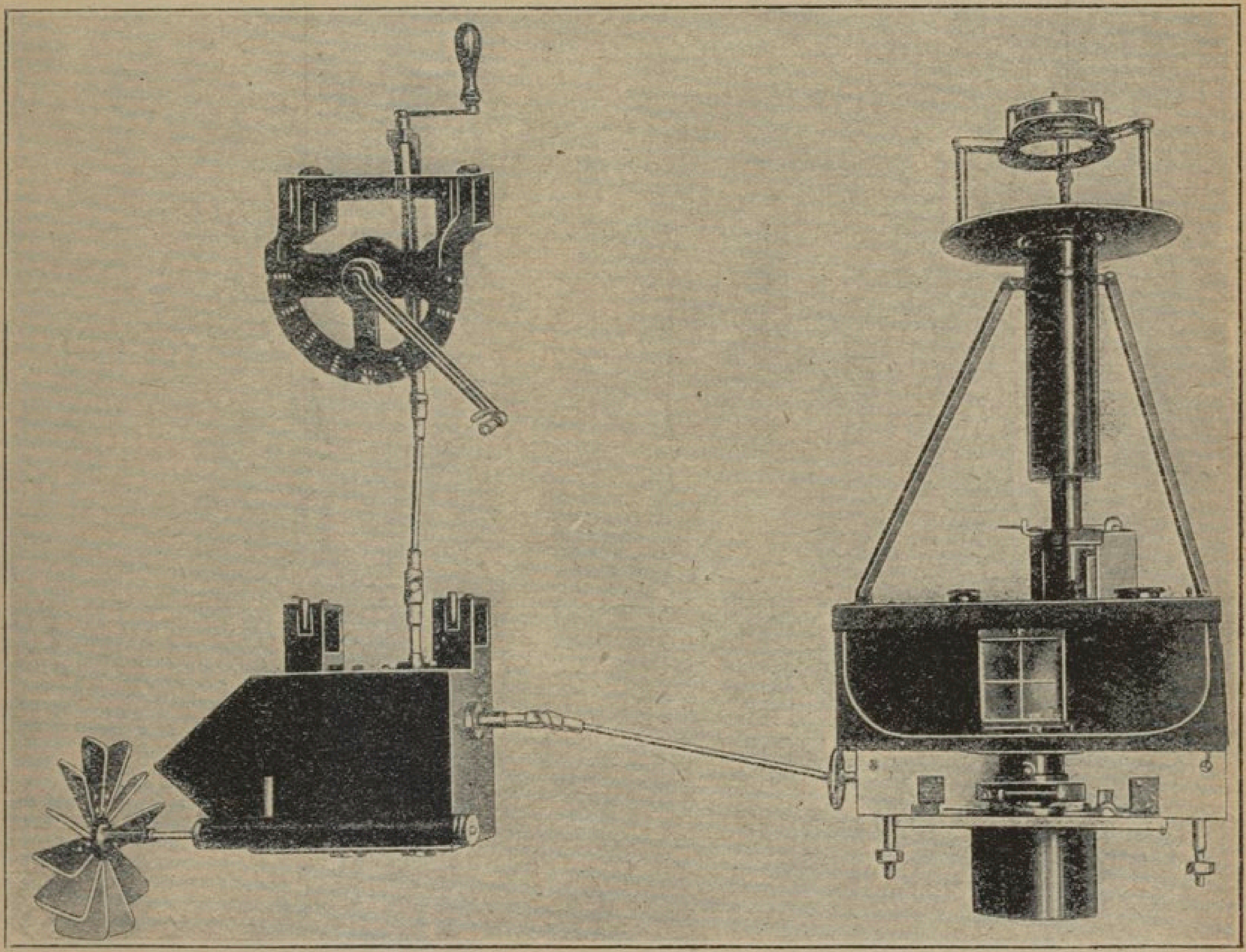
En Russie, l'ingénieur Thiélé fit un emploi judicieux et véritablement pratique du procédé Laussedat, lors de la construction de voies ferrées en Transbaïkalie, en Transcaucasie et en Perse. En élevant une chambre photographique spéciale, au moyen de cerfs-



LE PERSPECTOGRAPHE POUR LE REDRESSEMENT PHOTOGRAPHIQUE DES CLICHÉS

Lorsque les photographies aériennes ont été obtenues au moyen de l'appareil à chambres multiples, le perspectographe assure la transformation en vues horizontales des vues obliques, corrigeant ainsi avec une merveilleuse exactitude tous les défauts de perspective.

volants Lecornu, il obtint de fort beaux clichés grâce auxquels il put mener à bien un travail considérable. Le procédé de Thiélé se rapproche d'ailleurs, dans ses grandes lignes, de celui de Scheimpflug, auquel il est antérieur. C'est, en effet, en 1897 que l'ingénieur russe commença ses expériences en utilisant un appareil photographique à sept chambres dont une centrale à chambres noires. Le déclenchement est commandé électriquement depuis le sol au moyen d'un fil conducteur ; cette opération a lieu à l'aide d'un électro-niveau, de telle façon que le courant ne passe que lorsque la plaque de la chambre centrale est rigoureusement horizontale. Cela permet de déterminer la hauteur à laquelle la photographie a été prise par comparaison entre



APPAREIL DOUHET POUR LA PHOTOGRAPHIE A BORD DES AÉROPLANES

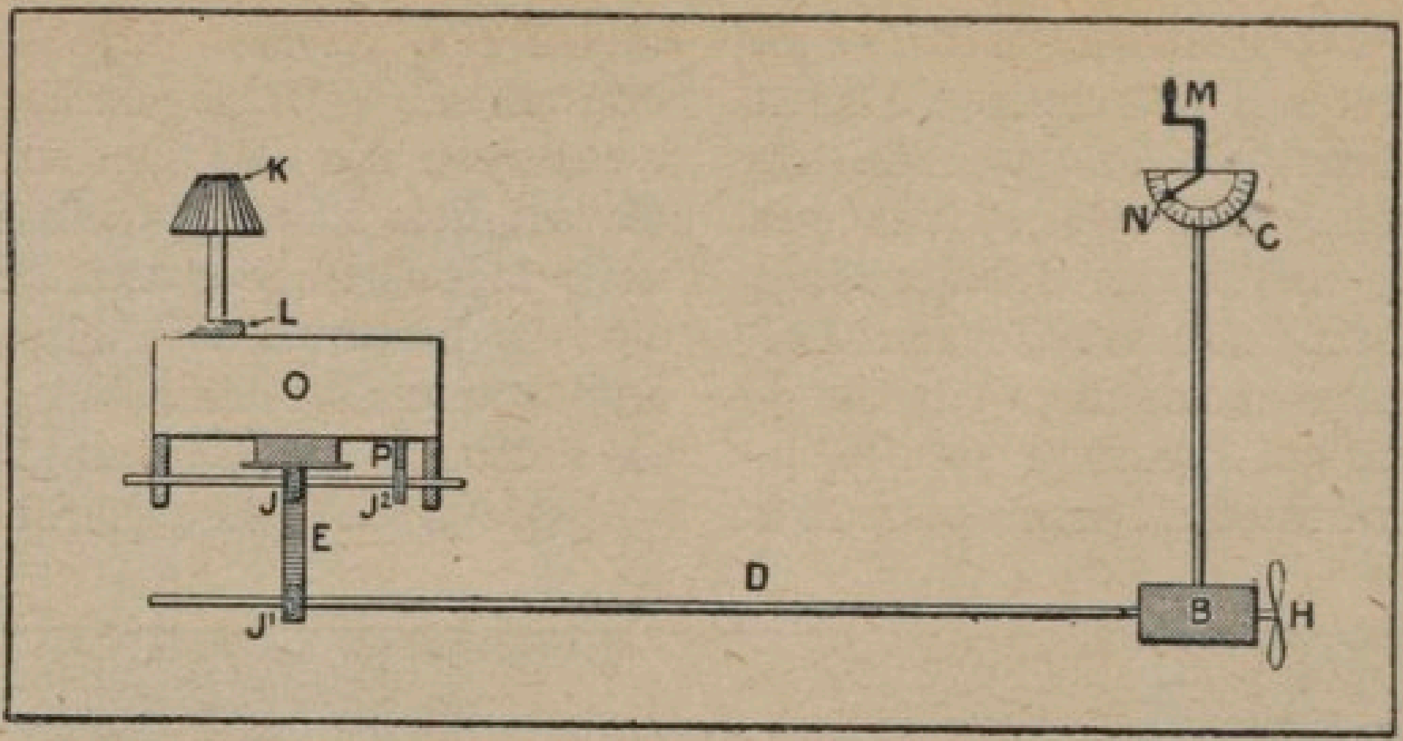
L'appareil se compose de deux parties: la première (à gauche) est constituée par la manivelle de mise en marche, la manette régulatrice, la boîte de vitesses et l'hélice motrice ; la seconde (à droite) comprend l'appareil photographique proprement dit, un altimètre et une boussole dont les indications sont reproduites sur chaque cliché. Les deux parties sont réunies l'une à l'autre par un petit arbre de transmission.

objectif vertical. Pour transformer en plan orthogonal les photographies panoramiques obtenues, Thiélé avait également inventé un appareil spécial, très bien construit, auquel il donna le nom de *perspectomètre* et qui est, en somme, l'ancêtre du perspectographe.

L'appareil photographique de Thiélé et celui de Scheimpflug diffèrent l'un de l'autre en ce sens que les six objectifs périphériques du premier sont tournés vers l'extérieur, tandis que ceux du second se trouvent à l'intérieur de la couronne formée par les la longueur réelle d'une longueur connue, mesurée sur le terrain, et la dimension de cette même longueur reproduite sur l'épreuve photographique. Cette méthode permet, en même temps, d'obtenir l'échelle du lever.

En 1902, notamment, Thiélé entreprit d'effectuer le relevé topographique des fortifications des rives du Pripiat. Il réussit magnifiquement dans sa tâche, obtenant à son premier essai, de 300 mètres de hauteur, un plan parfait de plus de 100 kilomètres carrés avec une remarquable netteté de détails.

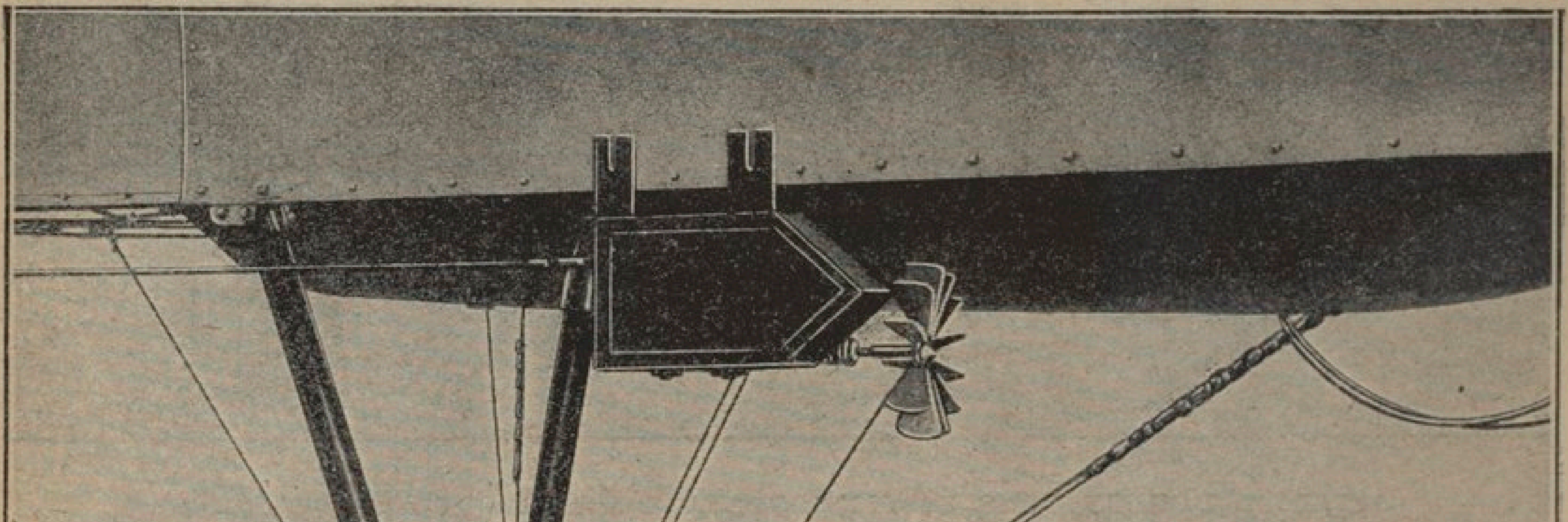
L'idée d'utiliser des chambres multiples n'est donc pas due exclusivement à Scheimpflug, puisque celui-ci n'a fait que perfectionner un appareil existant. D'ailleurs, bien avant Thiélé lui-même, un Français, Triboulet, avait construit, en 1884, un appareil à sept chambres qui, il est vrai, ne lui donna que des résultats tout à fait médiocres.



VUE SCHÉMATIQUE DE L'APPAREIL DOUHET

M, *manivelle;* N, *manette;* C, *cadran;* H, *hélice motrice;* B, *boîte de vitesses;* D, *arbre de transmission;* J J[1] J[2], *pignons dentés;* E, *chaîne;* P, *objectif;* O, *chambre photographique;* L, *objectif secondaire pour la photographie de l'altimètre et de la boussole* K.

L'appareil du commandant Douhet, le ciné-aéro-phot, n'a pas exactement le même but que les précédents. Il ne permet pas d'exécuter de véritables cartes aériennes comme le photo-cartes de Thiélé et de Scheimpflug, mais on peut, grâce à lui, en un laps de temps très restreint, établir la photographie d'un itinéraire aérien, sans qu'il y ait sur le document obtenu la moindre solution de continuité. Son utilisation pour les voyages aériens de l'avenir présente donc un immense intérêt. Sans être rechargé, l'appareil est, en effet, capable de photographier de 1.000 mètres de hauteur, par exemple, une bande de terrain large de 600 mètres et *longue de* 250 *kilomètres.* En quatre étapes, on obtiendrait de cette façon, et sans la moindre interruption, la photographie du parcours de Paris à Marseille. Une épreuve positive du cliché se déroulant automatiquement devant les yeux d'un aviateur lui permettrait d'entreprendre ce



MONTAGE DE L'HÉLICE ET DE LA BOITE DE VITESSES SUR UN MONOPLAN BLÉRIOT

Le déplacement d'air créé par l'aéroplane fait tourner la petite hélice dont le mouvement est transmis à l'arbre par l'intermédiaire de la boîte de vitesses. Cette boîte contient une combinaison d'engrenages qui permet au pilote de régler la vitesse de rotation de l'arbre. Celui-ci tourne plus ou moins vite suivant que l'aéroplane est plus ou moins haut et il assure le déroulement du film et la prise des vues successives.

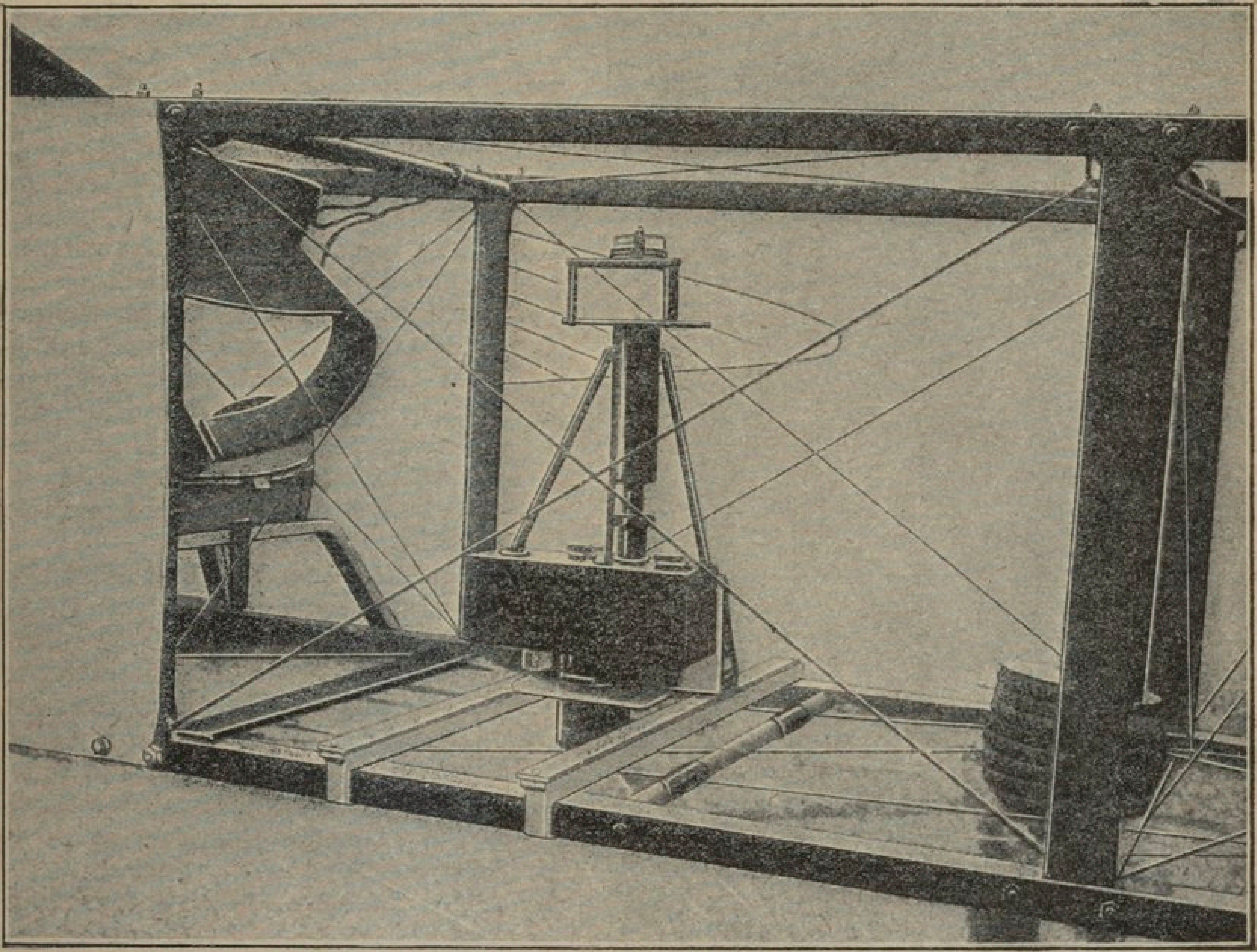
voyage sans qu'il lui soit possible de s'égarer. L'invention curieuse du commandant Douhet, adaptée à nos avions militaires de reconnaissance, a, d'ailleurs, rendu et rend encore chaque jour les plus grands services.

L'appareil se compose essentiellement d'une chambre noire dont l'objectif est braqué verticalement sur le sol. La partie sensible est constituée par un film suffisamment long pour recevoir 300 photographies successives, chacune d'une largeur de 6 centimètres. Le déroulement du film a lieu automatiquement ; les images se réunissent les unes aux autres, avec une précision remarquable. La vitesse de déroulement est réglée sur la vitesse de l'avion, au moyen d'une petite hélice mise en mouvement par le vent relatif créé par le déplacement de l'aéroplane et qui entraîne dans sa rotation l'arbre moteur du mécanisme.

Sur chaque cliché sont reproduits une boussole et un altimètre, eux-mêmes photographiés par un objectif spécial. La combinaison des deux objectifs est conçue de telle façon que les deux photographies, celle des instruments et celle du terrain ne se superposent pas et conservent une netteté parfaite. C'est là l'originalité de l'invention.

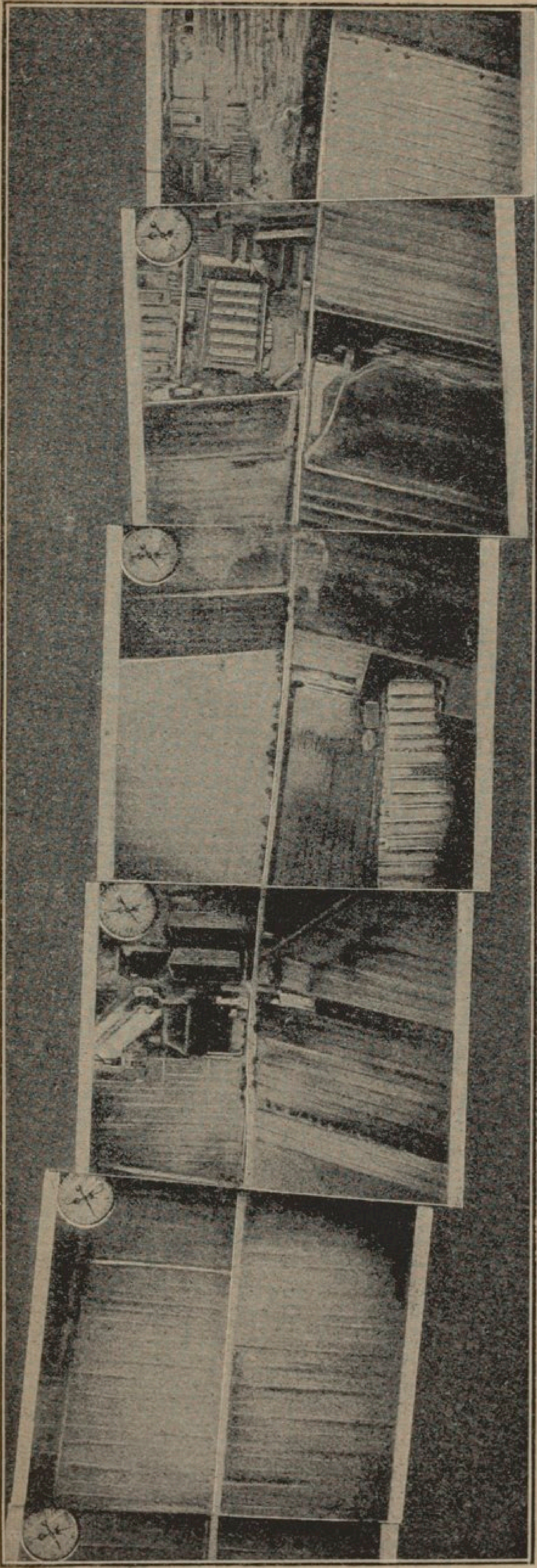
La boussole et l'altimètre fournissent des indications fort utiles sur l'orientation de la photographie et la hauteur à laquelle elle a été prise. La hauteur indiquée peut être celle de l'aéroplane au-dessus du terrain ou celle de ce même aéroplane au-dessus du niveau de la mer. Dans les deux cas, en connaissant la distance focale de l'objectif de l'appareil, on peut facilement calculer l'échelle du plan photographique. Le format de chaque photographie étant de 6 × 6, la distance focale de 100 millimètres, chaque cliché pris à la hauteur de 1.000 mètres couvre donc un carré de 600 mètres de côté. L'échelle du plan photographique, très exactement calculée, est la suivante :

1/15.000e si la photographie aérienne a été obtenue à une hauteur de 1.500 mètres ;



MONTAGE DE L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE DOUHET DANS LE FUSELAGE D'UN AVION

L'objectif est braqué verticalement sur le sol. Au-dessus de l'appareil proprement dit est la petite chambre secondaire qui photographie l'altimètre et la boussole. Les deux objectifs sont disposés de telle façon que les deux photographies inscrites sur le même cliché ne se superposent pas et conservent une netteté parfaite.



FRAGMENT D'UN FILM OBTENU PAR L'APPAREIL DOUHET, APRÈS ASSEMBLAGE DES PHOTOGRAPHIES SUCCESSIVES

1/10.000e si la photographie a été obtenue à une hauteur de 1.000 mètres; 1/5.000e si la photographie a été obtenue à une hauteur de 500 mètres.

L'objectif est très lumineux et l'obturateur très rapide. La vitesse d'obturation moyenne est de 1/100e de seconde, mais si l'aéroplane vole à plus de 500 mètres de hauteur et à 100 kilomètres à l'heure, on peut obtenir de très bons résultats à la vitesse réduite de 1/25e de seconde.

La manœuvre de l'appareil peut se décomposer en trois opérations assez simples en somme; lorsqu'une photographie a été prise, il faut, en effet, pour en obtenir une autre :

1° Changer avec le plus grand soin la partie impressionnée du film et la remplacer par une partie vierge ;

2° Armer les deux obturateurs — celui de l'appareil photographique proprement dit et celui de la chambre secondaire, qui permet de reproduire la boussole et l'altimètre ;

3° Provoquer le déclenchement de ces deux obturateurs.

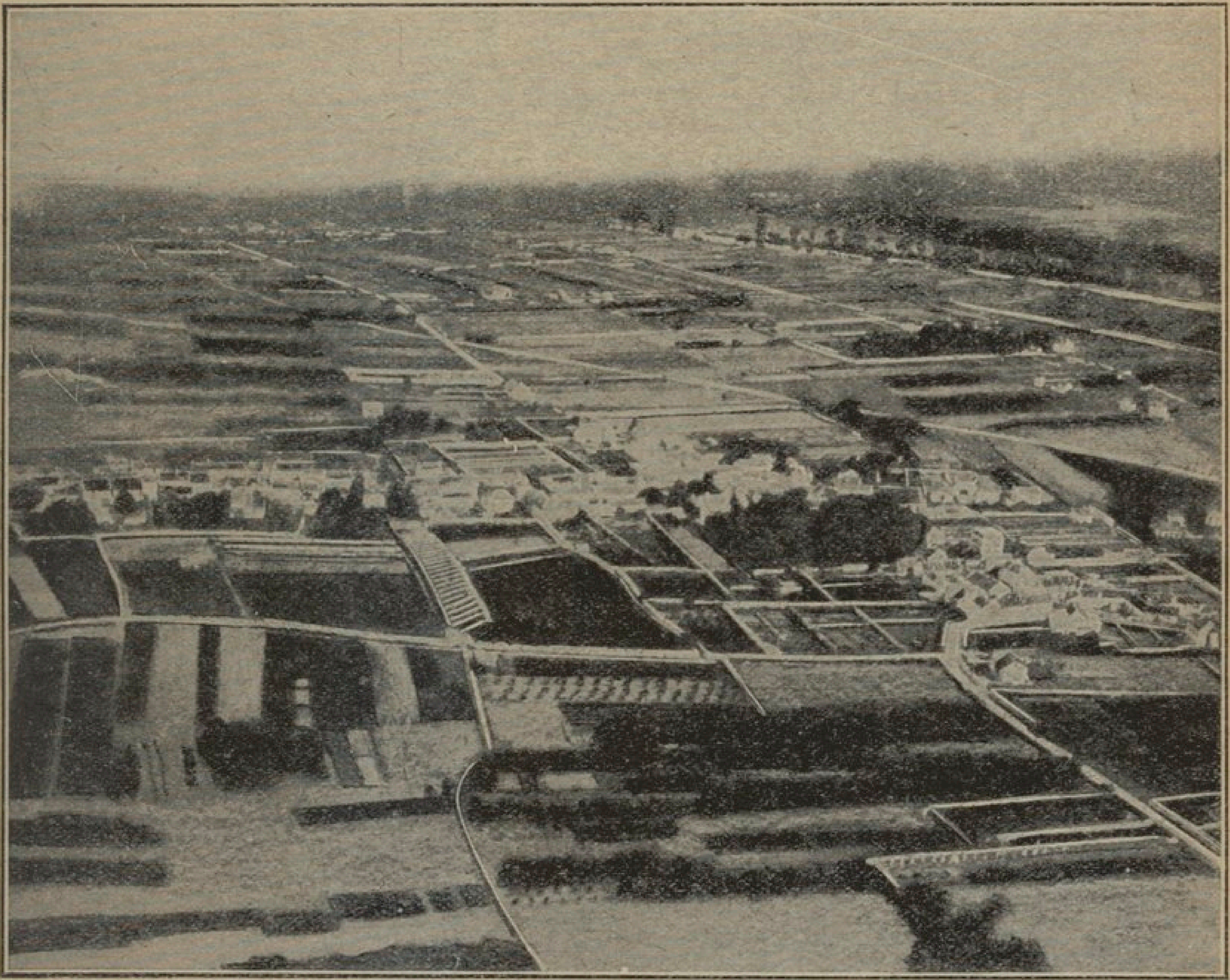
Ces trois opérations sont effectuées automatiquement au moyen d'un petit arbre qui commande les changements de film, le chargement et le déclenchement des obturateurs. En faisant un tour complet sur son axe, l'arbre de l'appareil assure la réussite des trois opérations. Il est mis en mouvement par une petite manivelle qui se place tout près de l'opérateur. Lorsque celui-ci veut prendre une photographie, il lui suffit simplement de tourner cette manivelle.

Mais pour assurer la prise de vues successives, se réunissant les unes aux autres par recouvrement, il importe de réunir l'arbre du mécanisme avec celui de la petite hélice dont nous avons précédemment parlé. L'arbre de cette dernière, qui est, par conséquent, l'arbre moteur, est animé d'un mouvement constant. Ce mouvement est transmis à l'arbre de l'appareil par l'intermédiaire d'une boîte de vitesse contenant un certain nombre de changements. Suivant que l'aéroplane est plus ou moins haut, l'arbre de l'appareil tourne plus ou moins vite. Son réglage est commandé par un cadran, muni d'une manette, et sur lequel sont marqués quelques chiffres : 0, 100, 200, 300,

400, 800, 1.000, 1.200, etc... Ces chiffres correspondent à la hauteur de l'avion. Lorsque le levier est sur 0, le système est embrayé, le mouvement ne se transmet pas, l'appareil ne fonctionne pas. Cependant l'aviateur peut prendre des vues isolées, en actionnant l'appareil au moyen de la petite manivelle.

Lorsque la manette est sur un chiffre quelconque du cadran, 500 par exemple, le système fonctionne de telle façon que l'arbre de l'appareil fait un tour complet dans le temps exactement nécessaire pour couvrir tout le terrain parcouru à la hauteur correspondante au chiffre indiqué par la manette. L'altimètre du bord donnant la hauteur de l'avion, il suffit à l'aviateur de placer la manette sur le chiffre qui s'approche le plus de cette hauteur pour mettre en mouvement l'appareil qui continuera à fonctionner jusqu'à épuisement du film ou jusqu'à ce que l'opérateur reporte le levier au chiffre 0.

En prenant des vues successives d'un parcours quelconque, chaque cliché reproduit une petite bande horizontale du terrain déjà photographié sur le cliché précédent. En d'autres termes, il y a recouvrement. Il est donc très facile de tirer des positifs sur papier, par contact ou par agrandissement, de façon à constituer la reproduction photographique complète d'un itinéraire.



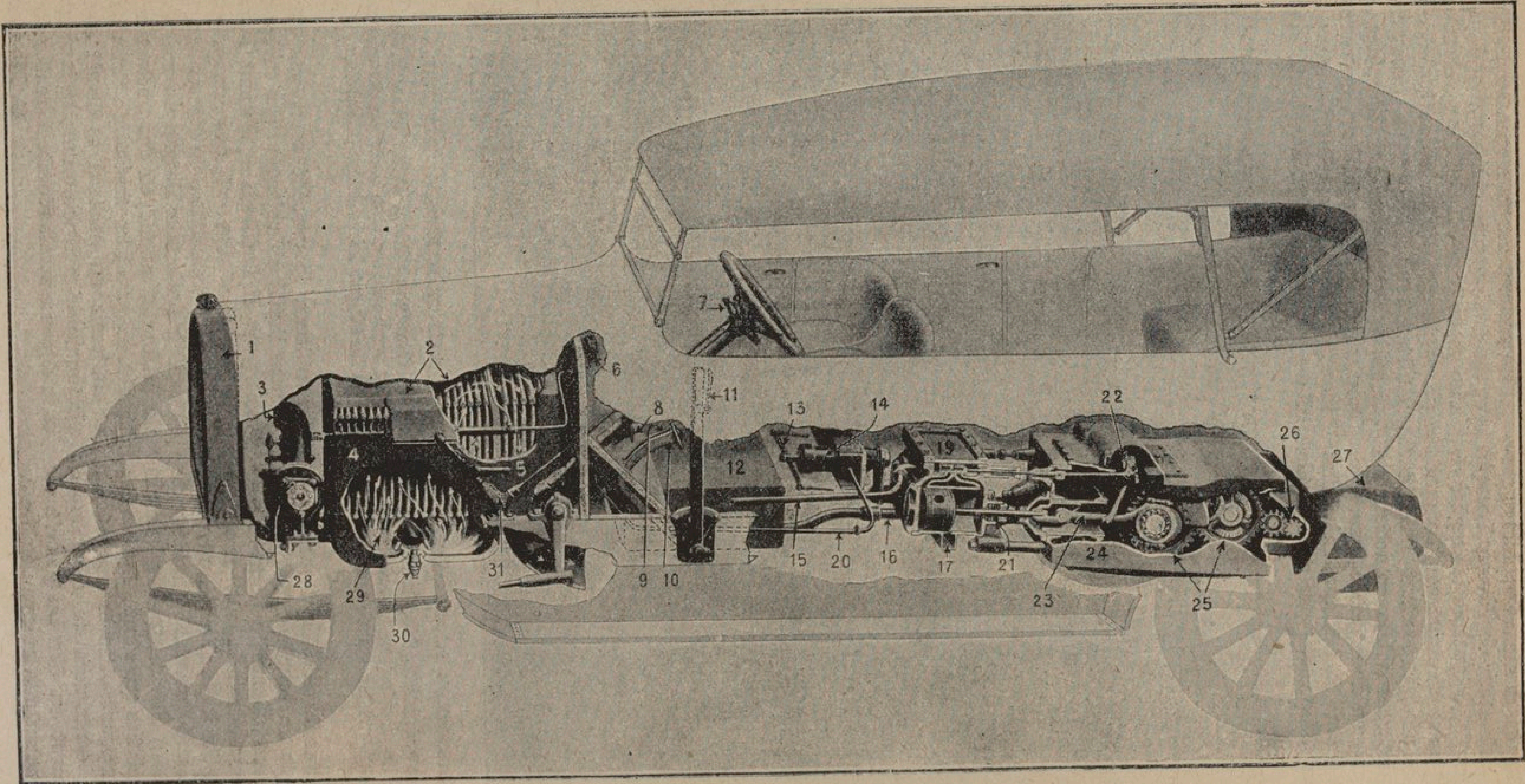
INTÉRESSANTE PHOTO AÉRIENNE PRISE A UNE TRÈS FAIBLE HAUTEUR

Ce cliché, dû à un spécialiste, M. André Carlier, a été pris à moins de 200 mètres d'altitude. Le champ visuel est naturellement très limité, mais il est déjà suffisant pour qu'on puisse avoir du terrain survolé une image parfaitement exacte, plus claire et plus lisible que la meilleure des cartes.

D'ailleurs, le procédé n'est pas exclusivement limité à l'exécution des cartes aéronautiques. Il facilitera également le relevé topographique des régions nouvellement explorées et permettra d'en dresser une carte. D'après le professeur Berget, un relèvement de l'Afrique, au moyen des anciennes méthodes, exigerait un travail de deux siècles et coûterait un milliard et demi; avec la photographie aérienne, on mettrait vingt ans et la dépense serait réduite à trente millions.

G. Houard.

DÉTAIL DU MÉCANISME DE L'AUTOMOBILE A VAPEUR DE M. ABNER DOBBLE



1, radiateur-condenseur ; 2, générateur ; 3, orifice du ventilateur ; 4, évaporateur ; 5, économiseur ; 6, manomètre ; 7, réglage des soupapes d'admission ; 8, frein hydraulique à pédale ; 9, pédale du renversement de marche ; 10, pédale d'arrêt de la vapeur ; 11, commande du frein de sûreté ; 12, réservoirs d'eau ; 13, équilibreur des tiges du frein ; 14, frein hydraulique pour le service courant ; 15, collecteur de vapeur ; 16, tuyau d'échappement au condenseur ; 17, échappement ; 18, cylindre et piston ; 19, boîte à tiroirs ; 20, pression hydraulique empruntée à la chaudière ; 21, boîte à étoupe ; 22, commande des tiroirs ; 23, bielle ; 24, carter étanche ; 25, engrenages moteurs ; 26, engrenages de la dynamo ; 27, réservoir de combustible ; 28, ventilateur ; 29, chambre de combustion ; 30, bougie d'allumage ; 31, soupape à gorge.

REVERRONS-NOUS, UN JOUR PROCHAIN, L'AUTOMOBILE A VAPEUR ?

Par Frédéric MATTON

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

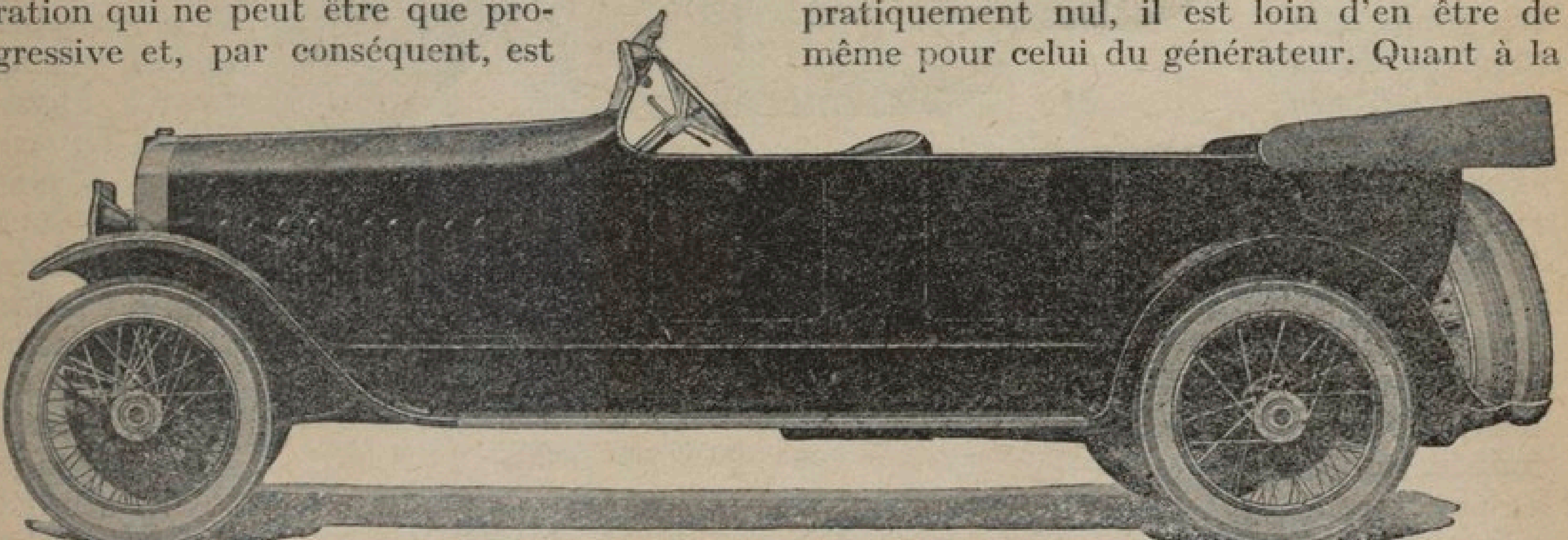
Si extraordinaire qu'elle puisse paraître à ceux pour qui le moteur d'automobile actuel, c'est-à-dire le moteur à combustion interne, est l'engin idéal, la question que nous posons vaut la peine d'être discutée. Il faut dire que c'est sous une forme complètement nouvelle, et parfaitement au point, que se présente au public la voiture qui donne lieu à cette controverse.

Mais pénétrons de suite dans le sujet.

Une étude superficielle des avantages et inconvénients respectifs du moteur à combustion interne et du moteur à vapeur, considérés uniquement au point de vue de la traction des véhicules automobiles, met en parallèle les faits suivants :

Le moteur à explosions démarre pour ainsi dire instantanément. Cet avantage tient à ce que les qualités explosives du combustible qu'il utilise, lorsque ce combustible est mélangé convenablement à de l'air, puis comprimé et enflammé en vase clos, engendrent sans transformation préalable et instantanément des pressions directement utilisables. La machine à vapeur, au contraire, ne fournit de travail que par évaporation préalable et entretenue d'une quantité d'eau constamment renouvelée, évaporation qui ne peut être que progressive et, par conséquent, est incapable de produire instantanément les pressions nécessaires à la marche de la voiture. Il faut donc adjoindre à la machine à vapeur un foyer, plus compliqué que la chambre de combustion d'un moteur à explosions, un générateur et un réservoir d'eau, d'où, à puissance égale, augmentation de poids, d'encombrement et de matière ; augmentation de la consommation de combustible par perte de transformation d'abord et aussi par accroissement de la charge, et pauvreté calorique relative du combustible ; enfin, réduction du rayon d'action (pour employer une expression maritime particulièrement bien appropriée), corollaire obligé des précédents inconvénients signalés.

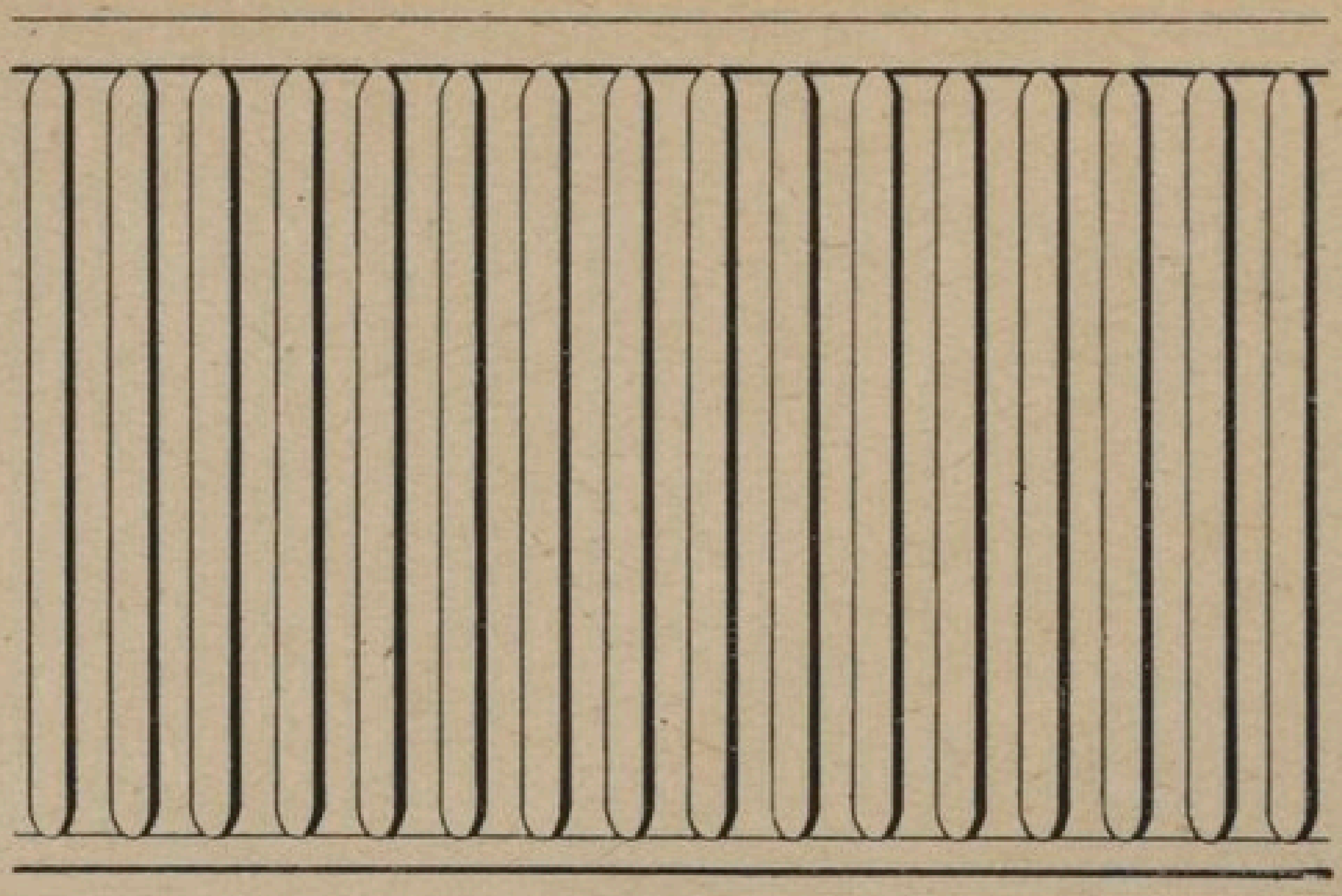
Le moteur d'automobile à combustion interne exige peu d'entretien, pour ainsi dire aucune surveillance, et sa conduite est d'une aisance remarquable. Avec la machine à vapeur, au contraire, il faut allumer les feux dans un foyer, surveiller et entretenir la combustion, alimenter d'eau le générateur, en ne perdant jamais de vue le niveau du liquide ; atteindre la pression voulue et veiller à ce qu'elle ne s'abaisse ni ne s'élève au delà de certaines limites. Enfin, si l'entretien du moteur proprement dit est pratiquement nul, il est loin d'en être de même pour celui du générateur. Quant à la



VUE GÉNÉRALE DE LA VOITURE A VAPEUR DE L'INGÉNIEUR AMÉRICAIN DOBBLE

Rien dans l'aspect extérieur de cette auto n'indique qu'elle est mue par la vapeur. Son radiateur, son capot et les lignes très sobres de sa carrosserie concourent à lui conserver l'apparence d'un véhicule à essence, ce qui ne pourra pas que peu, croyons-nous, assurer son succès.

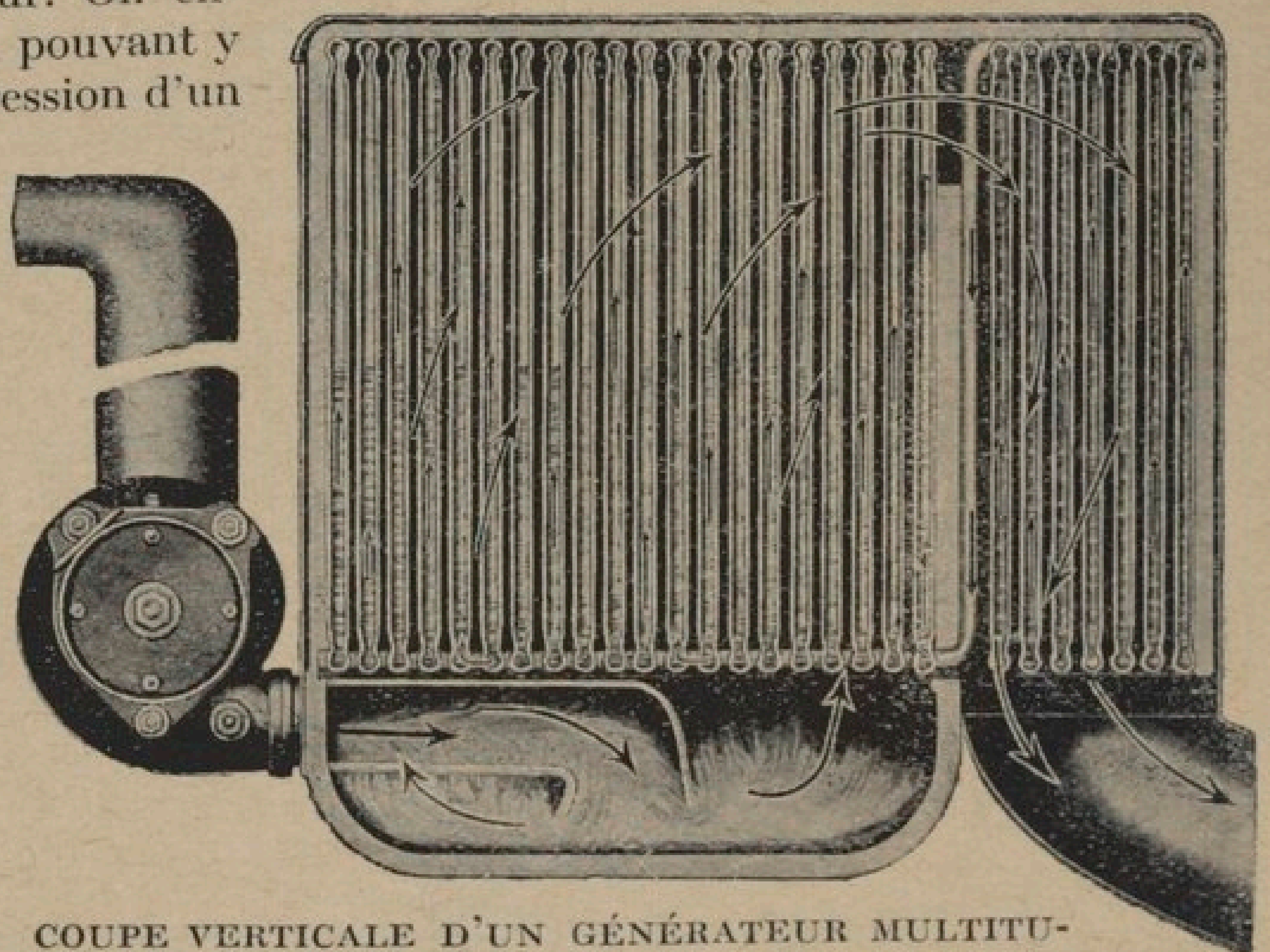
conduite, elle est aussi simple pour la machine à vapeur que pour le moteur à explosions, mais, subordonné comme il est au bon fonctionnement du générateur, le rendement de la machine devient plus inconstant. Ce sont ces avantages du moteur à combustion interne sur le moteur à vapeur qui ont rendu le premier si populaire dans les applications où les avantages spéciaux de la machine à vapeur n'avaient pas l'occation de se manifester pleinement. Voyons quels sont ces avantages spéciaux et de quelle valeur ils peuvent être.



L'UN DES VINGT-HUIT ÉLÉMENTS DU GÉNÉRATEUR

Il se compose de deux tubes horizontaux reliés par seize tubes verticaux de même diamètre et étranglés à chaque bout.

Le premier de tous est la souplesse de la machine à vapeur. On entend par là que, pouvant y faire varier la pression d'un minimum à un maximum en passant par tous les degrés intermédiaires — il suffit pour cela d'agir sur l'introduction du fluide dans les cylindres de la machine — il devient possible, par simple réglage de la soupape d'admission, de proportionner exactement l'effort moteur à la charge et, par conséquent, d'atteindre, pour une charge donnée, toutes les vitesses comprises entre zéro et celle qui correspond à la pression maximum. Par contre, dans le moteur à combustion interne, du fait que les pressions naissent d'explosions elles sont nécessairement brutales et leur réglage en est rendu très difficile et imparfait ; l'appareil tourne à très grande vitesse, d'où la nécessité, pour obtenir les vitesses intermédiaires qui devraient correspondre à de moyennes et faibles pressions, de pourvoir la voiture d'engrenages démultiplicateurs et d'un système d'embrayage compris sous la dénomination de boîte de vitesses. Ces engrenages alourdissent et compliquent le châssis tout en diminuant le rendement du moteur et en rendant moins souple et relativement bruyante la commande des changements d'allure.



COUPE VERTICALE D'UN GÉNÉRATEUR MULTITUBULAIRE DE L'AUTOMOBILE A VAPEUR DOBBLE

La partie de la chaudière qui groupe le plus de tubes constitue l'évaporateur ; l'autre, l'économiseur. Les grandes flèches indiquent le sens de circulation des gaz s'élevant de la chambre de combustion, les petites celui du courant d'eau dans les tubes de la chaudière. A gauche, on voit le ventilateur utilisé pour souffler de l'air dans le carburateur afin de diviser finement le combustible avant qu'il soit brûlé.

Les températures et les pressions de la vapeur étant beaucoup plus basses que celles des gaz développés dans le moteur à explosions, les parois du ou des cylindres de la machine n'ont pas besoin d'être aussi résistantes, d'où économie de poids et de matière (la question du générateur n'étant pas, bien entendu, prise en compte) les soupapes ou tiroirs sont plus simples et fonctionnent bien mieux, l'huile de graissage n'est pas brûlée ni détériorée, l'étanchéité des joints est plus facilement obtenue, le nombre des cylindres peut être réduit à deux et même à un seul, alors que pour rendre le moteur à explosions plus souple, plus silencieux et moins suscep-

tible d'éclater, on est conduit à y répartir les pressions dans quatre, six, huit et même dix ou douze cylindres, suivant les puissances à obtenir, d'où un alourdissement et une complication très sensibles de l'appareil. Enfin, la vapeur n'encrasse pas les cylindres, pistons, etc., comme le font les gaz issus de la combustion du mélange détonant, et elle reste toujours, ce qui est à considérer, égale à elle-même dans sa nature et ses effets.

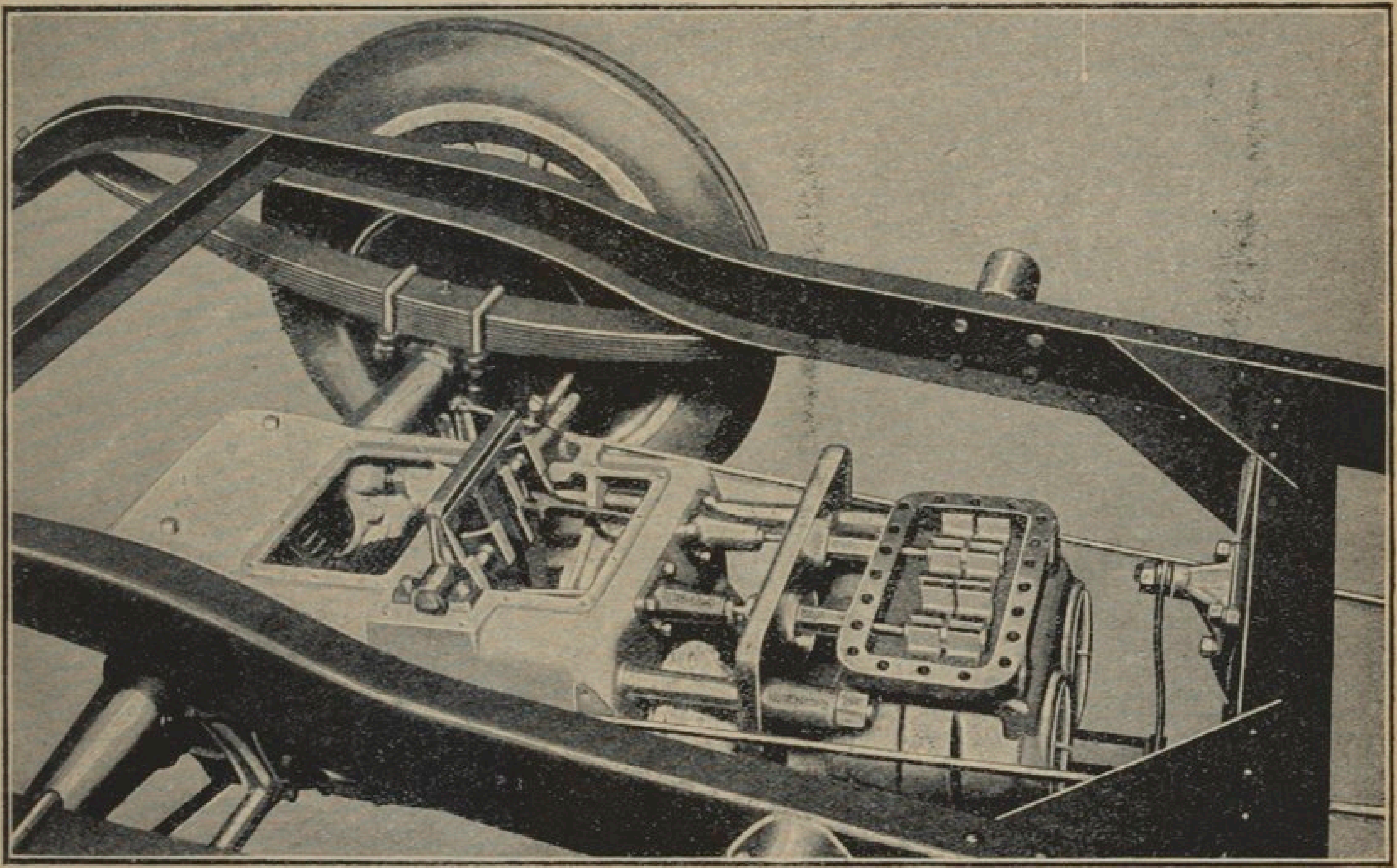
Il n'en est pas moins vrai que la supériorité relative de la machine à vapeur sur le moteur à explosions ne compense pas les avantages inhérents à ce dernier, lorsqu'on a uniquement en vue la traction de l'automobile, et notamment le plus important d'entre eux, à savoir la mise en marche instantanée.

Pourtant, il n'était pas impossible, d'une part, d'éliminer certains inconvénients de la machine à vapeur, et, d'autre part, de retenir ses principaux avantages pour l'automobile ; mais il fallait trouver le moyen de combiner ces avantages à ceux du moteur à combustion interne. C'est ce que M. Abner Dobble, ingénieur américain résidant à Détroit (Michigan), inventeur et constructeur de la voiture qui fait l'objet de cet article, a réussi à faire. Il est bon de dire que cette voiture n'est pas seulement construite sur le papier ou en cours d'essais, mais avait déjà couvert plus de 60.000 kilomètres à la date où nous avons obtenu les renseignements qui suivent. D'ailleurs, une compagnie exploite déjà les brevets de l'inventeur et a placé sur le marché une voiture de tourisme et une voiture routière de ce type.

Passons maintenant à sa description sommaire, en commençant par le générateur.

Le générateur du véhicule consiste en vingt-huit éléments identiques renfermés dans une chambre calorifuge dont les parois sont constituées par une feuille de tôle bien dressée, extérieure, et un carton d'amiante, intérieur, de 12 millimètres et demi d'épaisseur, séparés par une garniture de feutre de 6 millimètres. Chaque élément consiste en deux tubes horizontaux reliés par seize tubes verticaux étirés à froid, sans soudure, d'environ 12 mm. 5 de diamètre. Les tubes verticaux sont étranglés à leurs deux extrémités, de manière à ne présenter à cet endroit qu'un diamètre réduit d'environ la moitié ; ils sont soudés aux tubes horizontaux par le procédé de la soudure autogène à l'acétylène. L'avantage de cette construction est de permettre d'isoler ou de remplacer rapidement un élément endommagé.

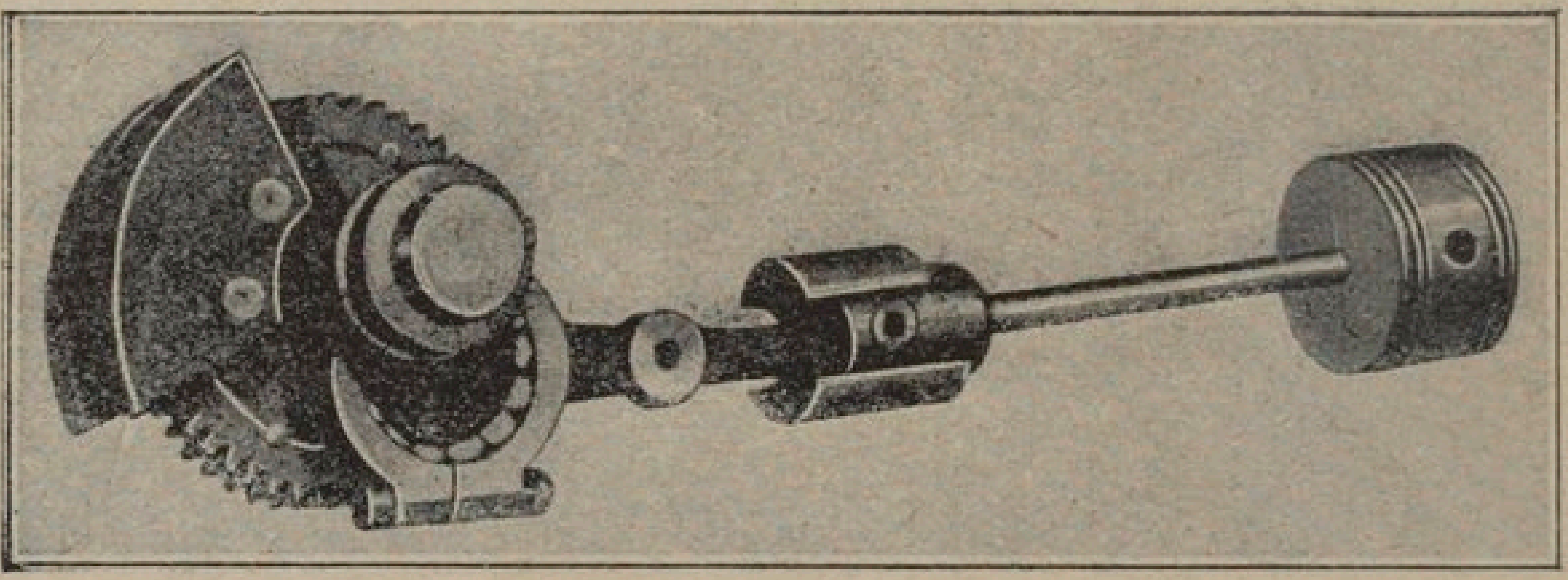
Huit éléments constituent l'économiseur et les vingt autres l'évaporateur. Ces deux portions du générateur sont séparées partiel-



LE COUVERCLE DE LA BOITE A TIROIRS ET LE CARTER ONT ÉTÉ ENLEVÉS POUR MONTRER LE DÉTAIL DE CETTE PARTIE DU MÉCANISME DE LA VOITURE DOBBLE

lement par une cloison qui est virtuellement l'extension de la paroi arrière de la chambre de combustion. Celle-ci (c'est à dessein que nous ne disons pas le foyer) est construite en une matière réfractaire pouvant supporter une très haute température et elle se trouve immédiatement au-dessous de l'évaporateur, tandis que la sortie des gaz brûlés est située exactement sous l'économiseur.

Le combustible employé est le pétrole ordinaire, même pour le démarrage. Il est contenu dans un réservoir placé à l'arrière du châssis et est mélangé à de l'air dans un carburateur, ou, si l'on préfère, finement divisé par de l'air constamment renouvelé par un ventilateur électrique dont le rôle est aussi de souffler le mélange dans la chambre de combustion, où il est mis en feu par une bougie électrique d'allumage. La combustion est si parfaite, qu'il ne se dépose pas de suie sur le tuyautage du générateur. Cela tient beaucoup à l'action catalytique de la chambre de combustion, dont les parois calorifuges empêchent toute déperdition de calorique et également à ce que les gaz sont chauffés avant d'être brûlés.



LE PISTON, SA TIGE AVEC LE GUIDE DE LA BOITE A ÉTOUPE, LA BIELLE AVEC SA TÊTE A GALETS, LA MANIVELLE ET L'ENGRENAGE MOTEUR

L'eau entre dans le générateur par le fond de l'économiseur et pénètre à la fois dans tous les éléments de ce dernier par leurs tubes horizontaux. Elle s'élève jusqu'en haut de l'appareil en s'échauffant dans la traversée des tubes verticaux, puis elle déborde, par un tuyau de jonction, dans l'évaporateur où elle est convertie en vapeur. Le niveau de l'eau est maintenu à environ la mi-hauteur du générateur par une soupape automatique de trop-plein ingénieusement combinée et fonctionnant de la façon suivante : lorsque le niveau de l'eau dans le générateur s'est abaissé, un tube régulateur, dont la base affleure le niveau normal, se remplit nécessairement de vapeur, ce qui a pour effet de l'échauffer ; en s'échauffant, il se dilate, et sa dilatation est suffisante pour fermer la soupape de trop-plein. L'eau, refoulée par les pompes alimentaires, est ainsi amenée à soulever la soupape d'admission et à pénétrer dans le générateur ; le niveau se relève et redevient normal. A ce moment, de l'eau amenée par un tuyau extérieur, et par conséquent froide, pénètre dans le tube et le refroidit ; le phénomène inverse se produit : le tube se contracte et ouvre la soupape de trop-plein, permettant ainsi à l'eau d'alimentation de faire à peu près instantanément retour au réservoir.

Les gaz chauds qui s'élèvent de la chambre de combustion échauffent les tubes verticaux de l'évaporateur, passent au-dessus de la cloison-pont et descendent le long des tubes de l'économiseur en abandonnant ce qu'ils possèdent encore de calorique à l'eau relativement froide qui y circule lentement.

Des tubes de l'évaporateur, la vapeur générée s'élève dans les tubes horizontaux supérieurs de cette portion de la chaudière et pénètre dans le collecteur conduisant à la machine. Ne circulant que dans un seul sens, elle ne peut donner lieu à des condensations toujours fâcheuses dans les cylindres moteurs.

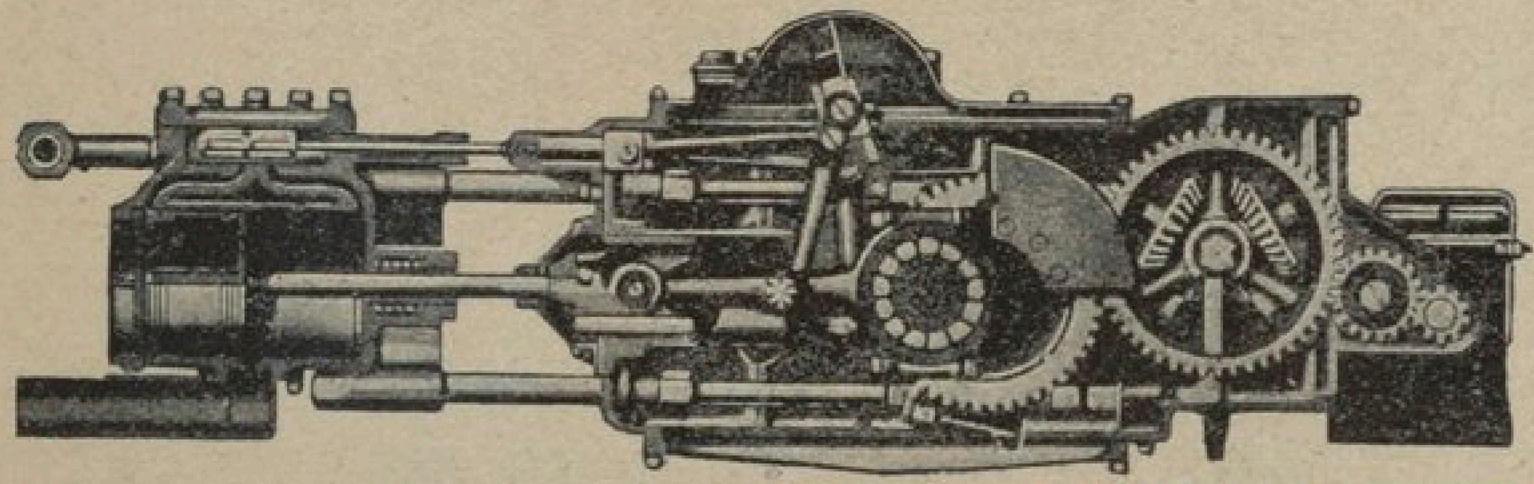
La pression normale de la vapeur, dans le générateur, pendant la marche de la voiture, est très élevée, puisqu'elle atteint 42 kilogrammes par centimètre carré. Elle est maintenue à cette valeur par un dispositif automatique qui coupe ou rouvre le débit du combustible, suivant les variations de la pression par rapport à la normale. D'autre part, pour parer à tout risque d'accident au tuyautage du générateur, ce dernier est pourvu d'une soupape de sûreté extrêmement sensible tarée à 70 kilogrammes.

Après que la vapeur a effectué sa détente dans la machine, elle parvient au radiateur dans lequel elle pénètre par le haut ; au contact de l'air froid, elle se condense, et cette eau de condensation retourne au réservoir où elle pénètre par le fond. Le radiateur remplit donc le rôle de condensateur par surface, tandis que le réservoir agit à la façon d'un condenseur par mélange lorsque, par suite d'une brusque accélération de la vitesse, d'une pente raide à gravir ou de l'état boueux ou meuble de la route, la

consommation de vapeur augmente dans des proportions telles que le radiateur ne suffit plus à assurer toute la condensation. La consommation d'eau est ainsi réduite au minimum et la vapeur se condensant en eau chaude, une quantité importante de calorique est épargnée. Il est bon d'indiquer ici que le réservoir est entouré aussi d'un isolant calorifuge dont le rôle est de s'opposer énergiquement au refroidissement.

La machine à vapeur employée est montée dans l'axe de la voiture et près de l'essieu arrière. Elle est du type locomotive à deux cylindres horizontaux, à double effet et à simple expansion, avec circulation dans un seul sens qui est contraire au sens de circulation des gaz issus de la combustion. Les cylindres ont 127 millimètres de course et 102 millimètres d'alésage; ils ne possèdent chacun qu'une soupape d'admission à tiroir, l'échappement de la vapeur se faisant par des lumières ménagées dans le cylindre et découvertes par le piston en fin de course. Le système permet d'effectuer la détente au vingtième de la longueur de la course si on le désire. Les deux soupapes sont actionnées par un mécanisme silencieux (le mécanisme de la soupape Joy, mais beaucoup perfectionné) qui dispense d'employer des excentriques et permet ainsi d'avoir un arbre-manivelle d'une seule pièce. Il procure en même temps une très bonne distribution de la vapeur et renverse la marche sans l'aide de mécanismes auxiliaires. Les soupapes à tiroir sont montées sur le dessus des cylindres et sont construites en deux parties de façon à pouvoir se soulever dans la marche au ralenti chaque fois que la compression excède la pression de la boîte de vapeur. Elles remplissent donc avec une pleine efficacité le rôle de soupapes de sûreté et contribuent à rendre la machine silencieuse à toutes les vitesses.

La pression dans la machine peut être réglée à toute valeur comprise entre les valeurs limites *minima* et *maxima*. Toutefois, pour les besoins du service normal, la pression correspond à une ouverture de la soupape de réglage égale à : trois quarts pour le démarrage et la marche en lourde charge ; trois huitièmes pour la marche normale en palier et l'accélération, et un huitième pour la grande vitesse et l'allure économique que l'on veut prendre.



COUPE VERTICALE PAR LE MILIEU DE LA MACHINE, MONTRANT LES DIVERSES PIÈCES DU MÉCANISME MOTEUR DE L'AUTOMOBILE DE M. ABNER DOBBLE

A leur sortie des cylindres, les tiges de pistons traversent une boîte à étoupe en fonte spéciale très dure. La surface de portage étant très longue, le joint est parfait, l'usure des parties frottantes est pratiquement supprimée et, pour le temps normal de service de la voiture, il n'est pas besoin de refaire les garnitures. Toutes les autres parties sont en acier trempé et tournent dans des coussinets également en acier trempé.

L'ensemble des parties mobiles de la machine, à l'exception, bien entendu, des pistons et des soupapes ou tiroirs, ainsi que le différentiel, est renfermé et protégé dans un carter étanche en aluminium, qui est plein d'huile. L'axe de l'essieu arrière traversant aussi ce carter, il est lubrifié par le même bain d'huile. La machine tournant à faible vitesse, en comparaison des moteurs à combustion interne (la vitesse de l'arbre moteur est transmise sur l'essieu arrière sans démultiplication) et les coussinets étant en acier, il n'a pas été besoin, en effet, de recourir à un système de graissage forcé et, d'autre part, l'huile contenue dans le carter ne pouvant ni s'échauffer dangereusement ni être souillée par du carbone, de l'eau ou de l'essence, un bain lubrifiant peut durer pendant plusieurs saisons.

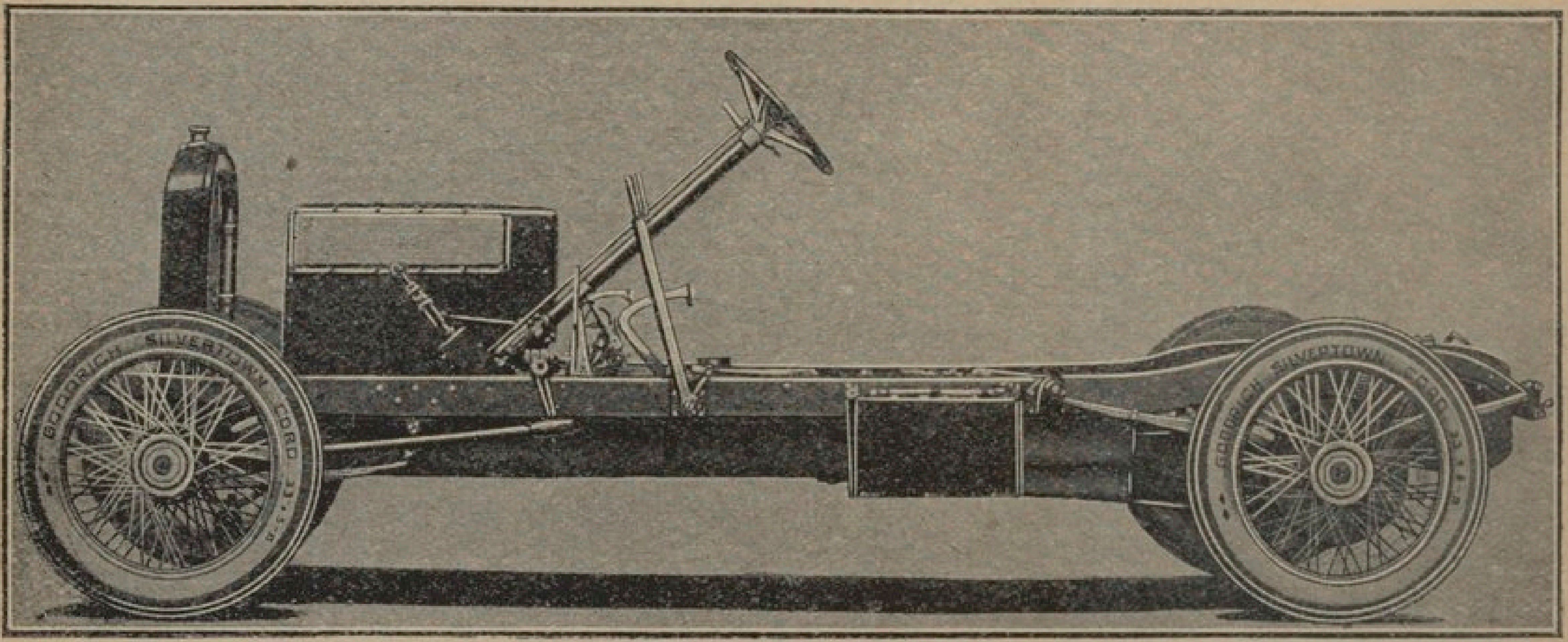
Le problème du graissage des pistons et soupapes de la machine, également important, a été résolu de la façon suivante :

L'huile de graissage est incorporée à l'eau d'alimentation, de préférence par le radiateur, et forme ainsi à l'intérieur du réservoir une émulsion qui est pompée dans le générateur en même temps que l'eau. Au fur et à mesure que se poursuit l'évaporation, les bulles de vapeur qui viennent crever à la surface de l'eau entraînent avec elles une petite quantité d'huile qui va entretenir — et cela fort ingénieusement — le graissage de la soupape qui règle l'admission, celui des tiroirs et des pistons de la machine,

Un seul gallon (4 l. 540) d'huile permet à la voiture de couvrir approximativement 13.000 kilomètres. Cela tient à ce que le lubrifiant n'est jamais soumis à des températures susceptibles de le détériorer et ne peut se perdre, puisque la machine n'a pas d'échappement extérieur. L'huile a aussi une action remarquable sur l'entretien et le bon état du générateur. On sait que l'eau non distillée donne lieu, dans le fond des chaudières, à un dépôt de matières salines; or, l'huile incorporée à cette eau recouvre complètement et pour ainsi dire immédiatement toute la surface intérieure du générateur d'une mince pellicule oléagineuse qui, tout en ne s'opposant pas d'une façon appréciable, en raison même de sa ténuité, à la conduction de la chaleur, empêche le tartre de s'attacher aux parois du générateur et de ses tubes et de les obstruer.

L'effort moteur est transmis sur l'essieu arrière par deux engrenages droits dont les dimensions ont été calculées largement : l'un, de 47 dents, monté sur l'arbre-manivelle ; l'autre, de 49 dents, monté sur le différentiel. La machine a plus de force qu'il n'en faut pour faire tourner les roues sur pavé sec, alors que la voiture est maintenue stationnaire. Par conséquent, il n'est besoin ni de boîte de vitesse ni d'embrayage.

Les pompes alimentaires sont actionnées par une manivelle montée à l'extrémité de l'arbre moteur. Une petite dynamo électrique, placée à l'arrière du carter et actionnée par l'engrenage moteur, charge une batterie d'accumulateurs qui fournit le courant nécessaire à l'éclairage intérieur et extérieur de la voiture ainsi qu'au dispositif d'allumage et au moteur du ventilateur.



CHASSIS DE L'AUTOMOBILE A VAPEUR (IL PÈSE 1170 KILOGRAMMES)

Dans son ensemble, ce châssis a une apparence plus dégagée que celui de la voiture à essence, et cela en raison de l'absence de boîte de changement de vitesses et d'organes d'embrayage. Comme on le voit, le générateur, placé à l'avant, occupe la place du moteur sur l'automobile ordinaire.

Lorsque la voiture est restée plusieurs jours sans sortir, il faut environ une minute et demie pour obtenir le démarrage ; mais, après un arrêt de quelques heures et même après une nuit complète au garage, elle repart au bout de quelques secondes ; enfin, si son arrêt a été de moins de deux heures, elle démarre instantanément. D'autre part, pour mettre en marche, il suffit de manœuvrer un interrupteur qui ferme le circuit d'allumage et celui du ventilateur, puis d'ouvrir la soupape de réglage d'admission de la vapeur. Si on laisse l'interrupteur fermé, c'est-à-dire dans la position de marche, la pression de la vapeur reste constamment au point normal, grâce au dispositif de sûreté mentionné plus haut. Il est à peine besoin de dire que le conducteur n'a pas à tourner de manivelle pour mettre en marche et qu'il n'est pas besoin non plus du démarreur automatique dont l'emploi tend à se généraliser sur les voitures modernes en dépit de la complication qu'il apporte.

Comme autres avantages, et non des moindres, de la nouvelle automobile à vapeur, on peut signaler encore sa grande simplicité mécanique : les pièces mobiles qu'elle comporte se résument à vingt-cinq, dont quatorze seulement pour la machine, et sa faible consommation de combustible : un litre de pétrole par cinq kilomètres.

Telle est l'automobile à vapeur Dobble.

FRÉDÉRIC MATTON.

LE JET DES BOMBES A BORD DES AVIONS ET DES BALLONS

Par Justin LAUVERGNE

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR DE MATÉRIEL AÉRIEN

Nous avons décrit, dans un précédent numéro, les multiples engins destinés à « descendre » les ballons ou à les faire exploser dans l'air. Ils ont comme contre-partie ceux qui sont lancés du bord desdits ballons par les aéronautes, et aussi des avions par les aviateurs, et qui ne sont ni moins bien ingénieusement combinés ni moins redoutables que les premiers, quoique bien différents dans leurs formes et dans leurs effets.

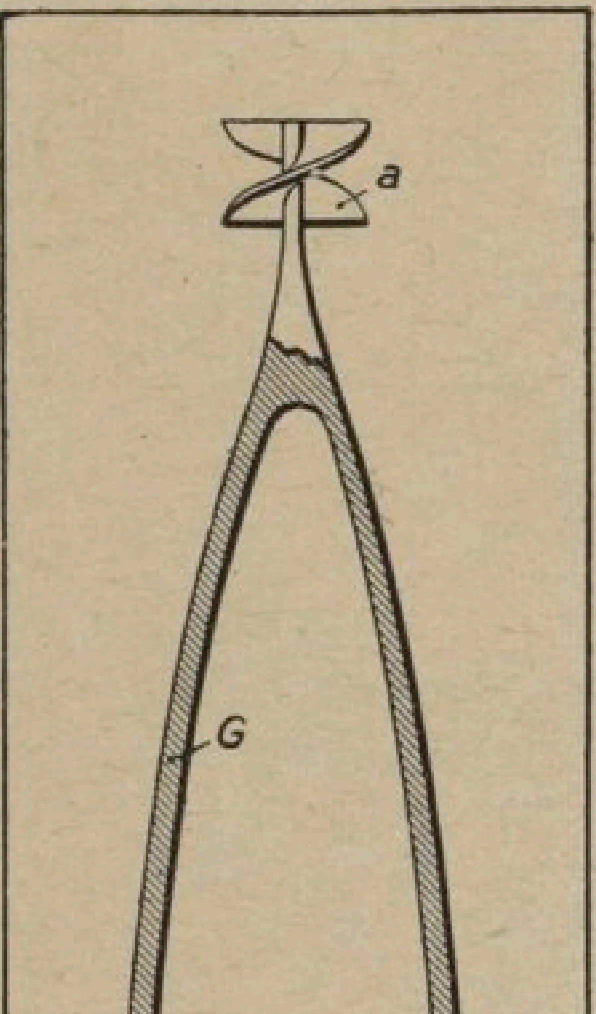
Nous allons, dans cet article, en dire quelques mots, et aussi des procédés fort remarquables employés pour les lancer et leur faire atteindre le but visé.

Les engins

Ils furent d'abord, on le sait, des bombes quelconques d'anciens modèles et même de simples fléchettes en acier, ces dernières destinées surtout à la destruction des hommes et de la cavalerie. Tombant de haut, leur puissance de pénétration, en arrivant au sol, était suffisante pour traverser un cheval de part en part — et par conséquent un homme.

Mais les bombes primitives ordinaires avaient le grave défaut d'être d'une manipulation extrêmement dangereuse à bord des appareils aériens; de plus, leur puissance destructive était très limitée et peu efficace.

Cependant, quelque temps avant la mobilisation, les grandes usines anglaises Vickers, pour la construction des canons et du matériel de guerre, avaient pris des brevets en Angleterre et dans les grands pays pour deux bombes munies d'un système de sécurité rendant leur explosion accidentelle ou prématurée pratiquement impossible, et, en outre, agencées de telle sorte que leurs effets meurtriers ou destructeurs étaient considérablement augmentés.



BOMBE A FORCE CENTRIFUGE DE KUNKLER

a, *hélice ;* b, *ogive intérieure ;* c, *œil fileté pour le logement du détonateur ;* d, *goujon ;* e, *emplacement du détonateur ;* g, *corps de la bombe.*

Dans la première, une charge détonatrice (ou de mise de feu) est retenue dans une position éloignée de la charge principale (celle qui fait éclater l'engin) jusqu'à l'instant qui suit le lancement. De plus, pour produire un plus haut effet de destruction (car c'est là le but pour lequel elle a été créée), elle est agencée pour être amenée à exploser à une distance déterminée d'avance au-dessus du sol (ou de l'objectif) par le choc initial d'une partie, dite « pilote », rattachée à elle, et qui, lancée en même temps qu'elle dans l'air, la précède vers le but, de sorte que l'inflammation de la charge principale et l'explosion qui l'accompagne peuvent être provoquées quand elle est dans la position la plus favorable pour produire son maximum d'effet. (Fig. à la page 59).

Le pilote, qui est une petite masse métallique d'un certain poids, est en communication avec la bombe à l'aide d'une liaison à chaîne, corde ou fil métallique; il tombe lui aussi en même temps que la bombe, mais comme celle-ci est munie d'un parachute pour retarder sa course, il la précède en tendant assez fortement la corde de liaison, et cette tension est suffisante pour bander progressivement un ressort auquel elle est attachée, et qui, agissant sur un mécanisme spécialement disposé, armera le percuteur. La corde est enroulée sur un moulinet qu'elle fait tourner en se déroulant, et quand elle a achevé de se dérouler, le ressort est bandé. Il restera ainsi tant que

la corde sera raidie par le poids du pilote.

Quand celui-ci touchera le sol (ou le but) la bombe n'y sera pas encore arrivée et continuera sa chute, mais la corde qui les unit l'un à l'autre cessera d'être tendue, *mollira*, et ce *mou* qu'elle prendra aura pour résultat de débander instantanément le ressort qui, grâce au mécanisme approprié, provoquera la chute du percuteur sur l'amorce et l'explosion de la charge du projectile.

La hauteur au-dessus du sol à laquelle elle se produira dépendra de la longueur de la corde dite de liaison. Elle est généralement d'environ la grandeur d'un homme.

Dans un autre agencement, le pilote est constitué par une fusée percutante, avec amorce et cartouche (comme les fusées d'obus) et la corde ou chaîne de liaison est remplacée par un cordeau fusant à action instantanée ou très rapide (cordeau de Bickford) rattaché d'une part à la cartouche de la fusée et d'autre part à la charge de la bombe. Au choc sur le sol, le percuteur enflamme l'amorce de la cartouche, et, par le cordeau, le feu se communique à la charge renfermée dans le corps de la bombe.

Enfin, l'inflammation peut être électrique, le courant étant fourni par un petit accumulateur placé dans la bombe. La corde de liaison est formée alors de deux fils conducteurs, et le pilote porte un système pouvant provoquer, au choc sur le sol, un contact des deux fils faisant passer le courant. Le feu est mis soit par une étincelle, soit par un électro-aimant actionnant le percuteur. (Figure à la page suivante).

Dans le second système de bombe, le pilote et la corde de liaison sont supprimés et remplacés par une hampe d'assez grande longueur qui traverse l'obus de part en part suivant son axe, et aussi un prolongement tubulaire, dit pièce de queue, que celui-ci porte à sa partie postérieure et qui fait corps avec lui. La hampe, qui peut coulisser aisément dans ce tube (et aussi dans l'obus), porte à son extrémité arrière la charge détonatrice (ou d'allumage), de sorte que celle-ci se trouve, au repos, c'est-à-dire avant le lancement, retenue dans le tube ou pièce de queue, dans une position éloignée de la charge principale de la bombe; de cette façon son inflammation accidentelle ne peut avoir aucune conséquence grave — ce qui assure la sécurité complète des aviateurs.

L'engin est placé à bord de l'avion ou du dirigeable dans une position horizontale, et la hampe portant la charge détonatrice (mobile, ainsi qu'on l'a dit, par rapport au corps de la bombe et de la pièce de queue) est verrouillée, de manière à ne pouvoir se déplacer, à l'aide d'une broche fixée au bâti de l'appareil.

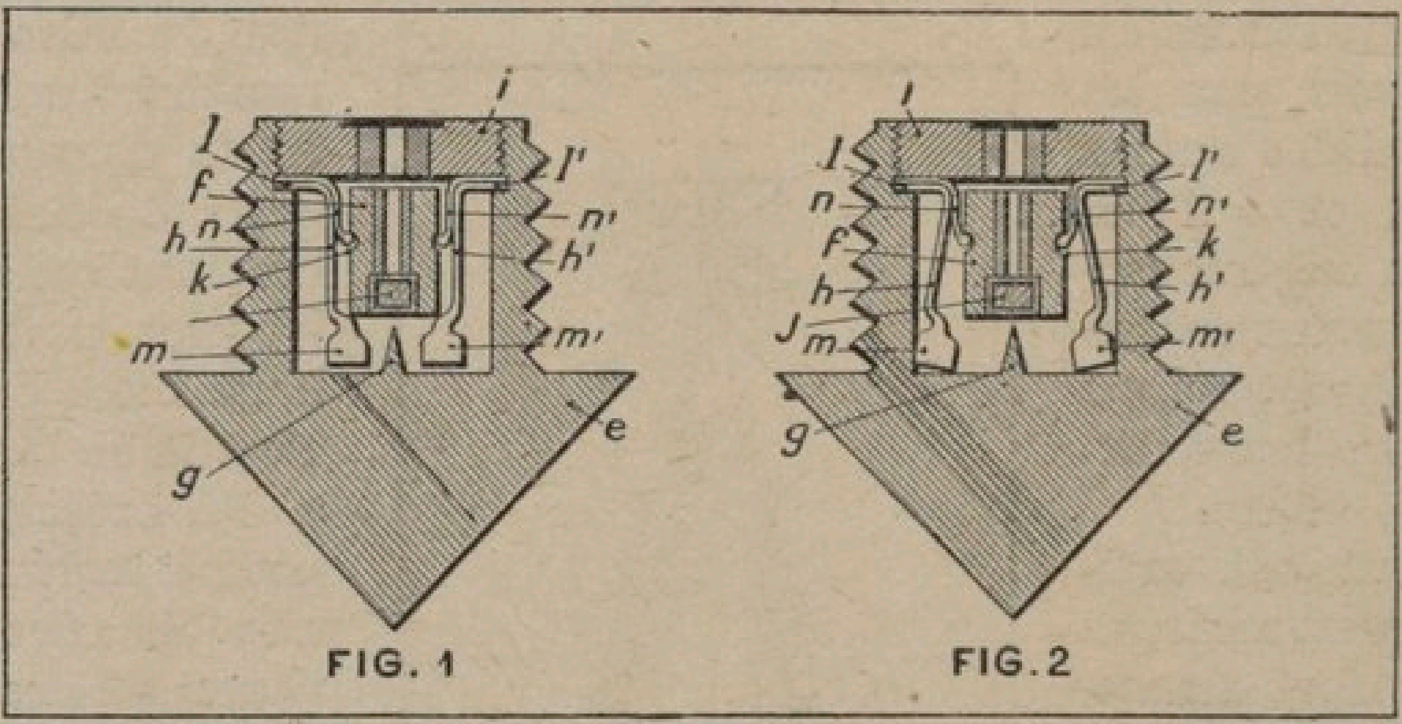


FIG. 1 : LE DÉTONATEUR DE LA BOMBE KUNKLER AVANT LE LANCEMENT; FIG. 2 : LE DÉTONATEUR APRÈS LE LANCEMENT ET LA MASSELOTTE DÉBLOQUÉE ET ARMÉE

e, *ogive;* f, *masselotte;* g, *aiguille percutante;* hh¹, *ressorts;* i, *rondelle de fermeture;* j, *amorce;* k, *gorge arrondie de la masselotte;* ll¹, *extrémités des ressorts* h *recourbées et encastrées dans le corps du détonateur;* mm¹, *surépaisseurs du ressort;* nn¹, *petits ressorts doublant les précédents et faisant agrafe sur la gorge pour retenir celle-ci après l'écartement des ressorts* hh¹.

Quand, en agissant sur un levier de déclenchement, la bombe est lancée dans l'espace, elle prend presque immédiatement la position verticale, la pointe en bas, grâce aux ailettes directrices placées à l'extrémité de sa pièce de queue; la hampe, qui se trouve déverrouillée automatiquement, peut alors coulisser dans l'intérieur de ladite pièce de queue, vers l'avant de la bombe, ce qui a pour résultat d'amener la charge détonatrice ou d'allumage qu'elle porte dans le corps même du projectile, au milieu de l'explosif de celui-ci.

Une aiguille percutante, portée par un ressort, est placée dans une fente de la pièce de queue, de telle sorte que, après le coulissement de la hampe, cette aiguille vient prendre une position située dans l'intérieur de ladite pièce de queue, et en ligne avec une amorce disposée sur la charge détonatrice ou d'allumage, de façon telle qu'un recul de celle-ci provoquera le choc de ladite amorce sur la pointe du percuteur, et, par conséquent, son allumage.

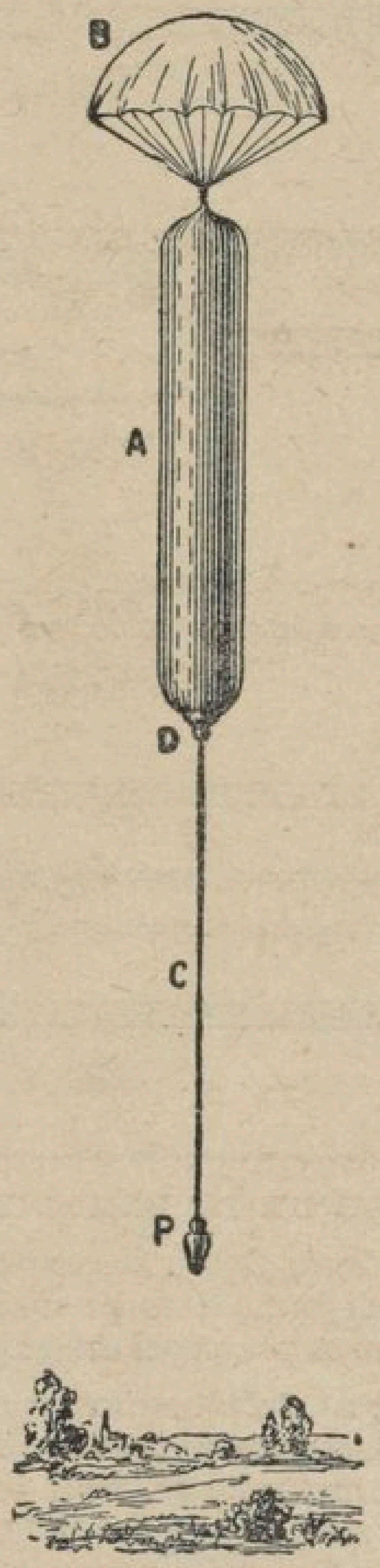
Quand la bombe est lâchée, son trajet

est retardé par un moyen que nous dirons plus loin, de façon à permettre à la hampe de coulisser vers l'avant sous l'influence plus grande, ou non retardée, de la gravité, et de faire saillie de toute sa course à l'avant de la bombe. Ainsi la charge détonatrice est amenée à reposer légèrement en avant de l'aiguille percutante, de sorte que, quand l'extrémité antérieure de la hampe heurte le sol ou le but, elle est refoulée en dedans et fait venir violemment l'amorce en contact avec l'aiguille percutante, provoquant instantanément l'allumage et l'explosion de la bombe avant que celle-ci n'atteigne le sol.

La hauteur au-dessus du sol à laquelle se produit l'explosion dépend de la longueur de la hampe faisant saillie au-devant de la bombe. On peut varier cette longueur en la faisant télescoper ou par d'autres moyens assez compliqués.

Les ailettes placées à l'extrémité de la pièce de queue assurent la direction et une meilleure stabilité dans l'air du projectile.

C'est un parachute qui est employé pour retarder la descente ou la gravitation du corps de la bombe et de la pièce de queue de manière que le mécanisme de mise de feu afférent à la bombe puisse avoir la possibilité de prendre la position voulue pour le rendre susceptible de fonctionner. Dans certains cas, la hampe, ou élément tubulaire, peut être construite de manière à être capable de s'allonger automatiquement, par exemple en télescopant pendant la descente de la bombe, et, dans ce cas, le tube qui la constitue est construit en sections de diamètre décroissant, toutes les sections étant adaptées pour être maintenues dans la position rentrée par une broche de retenue portée par la machine volante. Des griffes élastiques sont ménagées de façon que, quand le tube s'allonge automatiquement pendant la descente de la bombe, ses sections sont verrouillées dans la position allongée.



BOMBE A PILOTE

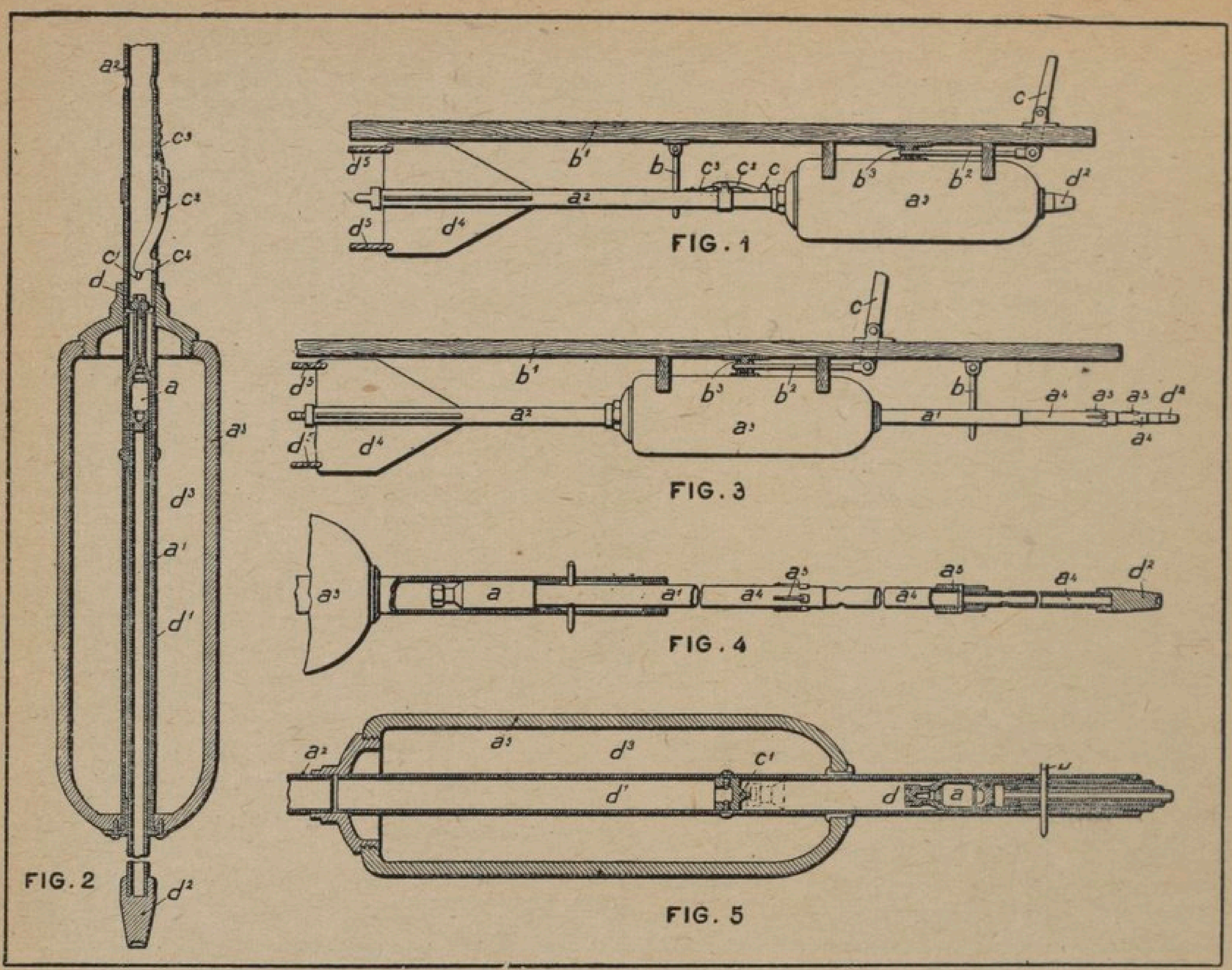
A, corps de la bombe ; B, parachute ; C, corde ou chaîne de liaison, remplacée dans un deuxième modèle par un cordeau de mise de feu très rapide de Bickford et dans un troisième modèle par un conducteur électrique ; D, emplacement du ressort tendu par la corde C et du percuteur à amorce ou de la mise de feu électrique, à étincelle ou à électro-aimant ; P, pilote, remplacé dans un deuxième modèle par une fusée percutante et dans un troisième, par un contact électrique fonctionnant au choc.

Dans cette construction, l'aiguille percutante est disposée à l'intérieur de l'enveloppe de la bombe et la charge détonatrice est placée dans l'intérieur du tube télescopique, à l'extérieur et en avant de la bombe.

Quand le dispositif est lâché, le tube s'allonge par l'effet non retardé de la gravité, tandis que la chute de la bombe proprement dite est retardée par les moyens retardateurs mentionnés plus haut.

Comme résultat, la charge détonatrice est maintenue juste à l'avant de l'enveloppe de la bombe, et, lorsque la pointe ou extrémité antérieure du tube télescopique (ou hampe) heurte le sol, elle est amenée dans le corps du projectile, contre l'aiguille percutante et mise en explosion ; elle allume ensuite la charge principale et l'engin tout entier éclate aussitôt

Un autre inventeur, M. Kunkler, a construit une bombe brevetée, comme les précédentes, dans les grands pays, dont le système de sécurité, basé sur l'emploi de la force centrifuge, est assez ingénieux, quoiqu'il ait déjà été employé dans des engins d'une autre nature. Le détonateur dont elle est munie est formé, comme à l'ordinaire, d'une masselotte pouvant librement coulisser dans son logement et portant la pointe du percuteur destinée à venir frapper l'amorce au moment opportun ; elle est bloquée au repos et avant le lancement par deux ressorts, placés de part et d'autre, et portant à leur extrémité une partie élargie et épaissie, laquelle, venant l'une et l'autre se placer au-dessous d'elle, la tiennent en quelque sorte en prison tant qu'ils ne se sont pas suffisamment écartés pour lui livrer passage. C'est cet écartement, amenant le débloquage, qui sera provoqué par la force centrifuge au moment voulu. A cet effet, la bombe est munie, à son extrémité postérieure (ou culot), et faisant corps avec son enveloppe, d'une petite hélice qui, après le lancement, lui assurera un mouvement



LES DIFFÉRENTS ASPECTS DE LA BOMBE DE VICKERS A HAMPE

Figure 1: la bombe attachée sous l'aéroplane ; figure 2: coupe de la partie antérieure suivant la ligne axiale ; figure 3: élévation d'une variante de forme de la bombe ; figure 4: coupe de la hampe ou élément tubulaire ; figure 5: coupe du corps principal du projectile suivant la ligne axiale.

Figures 1 et 2: a, *charge détonatrice ;* a^1, *tube ou hampe ;* a^2, *pièce de queue ;* a^3, *enveloppe de la bombe ;* b, *broche verrouillant la hampe ;* b^1, *châssis de l'avion ;* b^2, *tige coulissante ;* b^3, *pitons ou tenons ;* c, *levier de déclenchement ;* c^1, *aiguille percutante ;* c^2, *bras commandé par un ressort* c^3 ; c^4, *arrêt ;* d^1, *passage tubulaire central de l'aiguille ;* d^2, *pointe de la hampe ;* d, *amorce ;* d^3, *charge principale de la bombe ;* d^4, *ailettes pour la direction ;* d^5, *cordes pour attacher le parachute. — Figures 3, 4 et 5:* a^1, *tube ou hampe ;* a^4, *sections de ce tube télescopant ;* a^5, *griffes élastiques ;* b, *broche ;* c^1, *aiguille percutante ;* a^3, *enveloppe de la bombe ;* a, *charge détonatrice ;* d^2, *extrémité antérieure du tube* a^1 ; d^3, *charge principale du projectile aérien.*

rapide de rotation dans l'espace. Sous l'action de cette rotation, la partie élargie à la base des ressorts, qui possède un certain poids, s'écartera de l'axe, comme le font les boules d'un régulateur de machine à vapeur que tout le monde a vu fonctionner. Le pas de l'hélice et le poids de ces parties élargies et épaissies à la base des ressorts sont calculés de telle sorte que la vitesse de cinquante tours par seconde est nécessaire pour amener un écartement suffisant afin que la masselotte soit débloquée, et cette vitesse ne sera atteinte que lorsque l'engin en chute sera parvenu à une certaine distance de l'avion ou du ballon. Donc, pas d'éclatement prématuré à craindre. (Voir la figure à la page 58).

Richard Machenbach et la Société Sprengstoff A. G. Carbonit, d'Allemagne, ont fait breveter en France, en 1913, un projectile qui, au moyen d'ailes tournant au vent, est à la fois débloqué (dans son système de mise de feu) et maintenu dans la direction verticale pendant la chute. Cela n'est pas nouveau, mais les inventeurs assurent que leur engin possède plus de simplicité et une meilleure commande. Ceci est à voir. En outre, le déclenchement spécial d'allumage présente une double garantie : l'aile ou hélice débloquant le percuteur est guidée de façon à ne pouvoir tourner immédiatement, et c'est seulement après un certain parcours dans l'espace, à la suite du lancement, que le percuteur

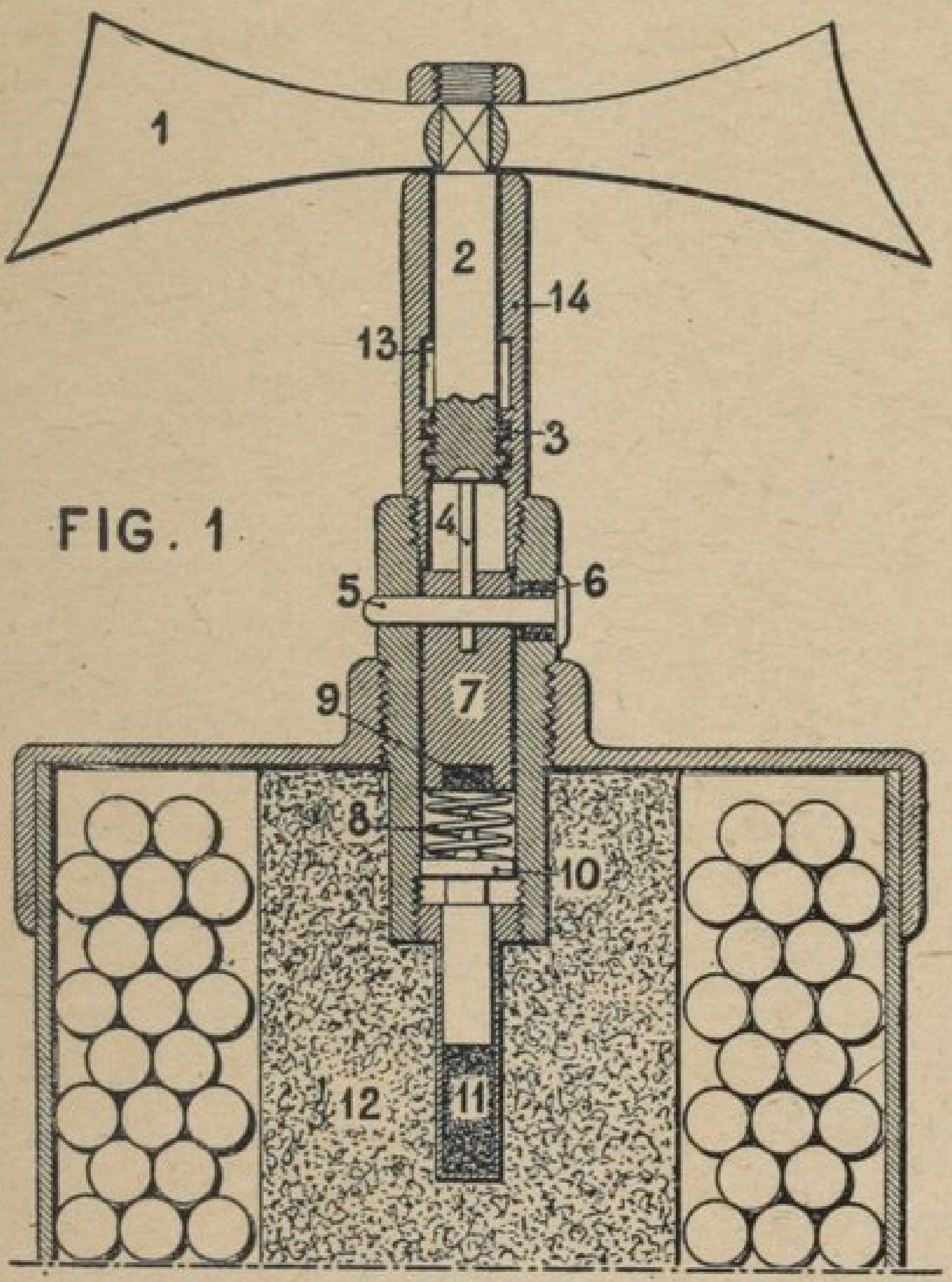
est débloqué. On arrive à ce résultat au moyen d'un « chapeau » qui, soulevé par la résistance de l'air au début de la chute, libère un arrêt ou broche qui immobilisait l'hélice.

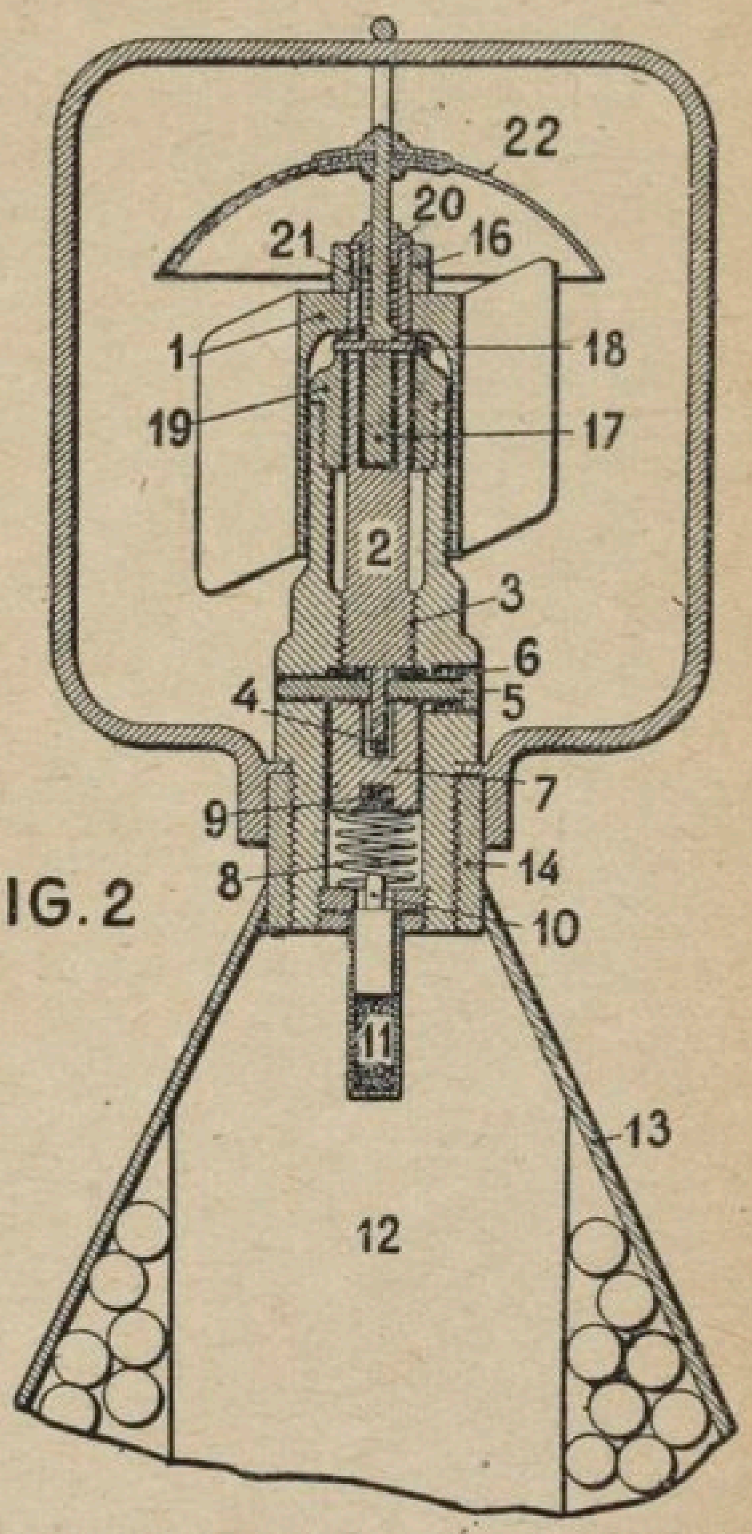
Il existe deux variétés de bombes.

Dans celle représentée ci-dessous (figure 1) l'extrémité arrière et supérieure porte une hélice qui, pendant la chute, est mise en rotation par la résistance du vent ; elle est montée sur un axe qui, à son extrémité inférieure, porte un pas de vis et se prolonge par une tige. Celle-ci traverse une clavette, pressée par un ressort à boudin, et l'empêche ainsi d'être poussée au dehors prématurément. Ladite pièce tient en même temps en place l'axe percuteur et s'oppose à une mise de feu prématurée par un choc accidentel. Quand cette pièce est rendue libre par la tige qui la traverse, le percuteur peut librement fonctionner et provoquer aussitôt l'explosion du projectile.

Dans la bombe de la figure 2, le percuteur est vissé dans l'orifice cylindrique de la douille, en même temps que la cage protectrice, en fort fil de fer, qui comporte deux étriers pour son fixage facile ; cette cage sert à protéger les organes de l'engin contre tout choc accidentel et elle assure tout particulièrement la commodité de son transport.

L'allumeur à percussion se compose, comme dans toute fusée percutante, d'une tige portant la mèche d'allumage, d'une pointe avec capsule et ressort de sûreté. La tenue de l'axe consiste, comme dans le modèle précédent, en une clavette soumise à l'action d'un ressort à boudin et maintenue en place par la tige fixée dans l'axe tournant avec lequel l'hélice est solidarisée par un contre-écrou. A l'intérieur de ce premier axe, il en existe un second, mobile avec une tige qui émerge du premier par une fente et est engagée dans la rainure d'une vis de guidage, en





BOMBE DU SYSTÈME MACHENBACH, A AILETTE OU A CHAPEAU

Figure 1: premier modèle à ailette. — 1, *ailette* ; 2, *axe portant une partie filetée* 3 *et se prolongeant par une tige* 4 ; 5, *clavette* ; 6, *ressort à boudin* ; 7, *axe percuteur* ; 8, *ressort du percuteur* ; 9, *capsule* ; 10, *pointe* ; 11, *cartouche* ; 12, *charge de la bombe* ; 13 *et* 14, *manchon et son rebord.* — *Figure 2 : deuxième modèle à ailette et à chapeau.* — 13 *et* 14, *douille et son orifice cylindrique* ; 7, *allumeur à percussion* ; 8, *ressort de sûreté* ; 9, *capsule* ; 10, *percuteur* ; 11, *cartouche* ; 1, *ailette* ; 2, *axe tournant* ; 4, *tige fichée dans l'axe tournant* ; 5, *clavette* ; 6, *ressort* ; 16, *contre-écrou* ; 17, *second axe mobile avec la tige* 18 ; 19, *vis de guidage* ; 20, *vis* ; 21, *ressort* ; 22, *chapeau.*

sorte que le premier axe et l'hélice ne peuvent tourner. Un ressort, appuyé sur une vis, empêche la deuxième tige de glisser hors de la rainure. Au sommet, le deuxième axe porte une enveloppe semi-sphérique appelée communément chapeau.

D'après le brevet de l'inventeur, le fonctionnement de l'appareil est le suivant :

La bombe étant lancée, quand elle a atteint une certaine vitesse de chute, le chapeau, et avec lui la deuxième tige, sont soulevés par l'air s'engouffrant au-dessous. Ladite tige glisse alors hors de la rainure et met en liberté l'hélice, qui se met à tourner et dévisse ainsi le premier axe, dont la partie filetée sort de son filet, en entraînant la première tige hors de la clavette. Cela fait, le ressort à boudin chasse ladite clavette à l'extérieur et l'axe devient libre. Suivant la force du ressort dont il est parlé plus haut et qui empêche la deuxième tige de glisser hors de sa rainure, et selon le nombre des filets de la vis du premier axe percuteur, le déclenchement peut se produire à une distance de 100 à 250 mètres au-dessous de l'appareil d'aviation, ce qui assure complétement la sécurité du pilote.

LÉGENDES EXPLICATIVES DES DEUX FIGURES DE LA PAGE SUIVANTE

Figure 1: coupe axiale de la bombe Bergery-Derocle. — Figure 2 ; coupe transversale du même projectile.

A, *corps extérieur ;* a, *coiffe sphérique ;* a^1, *partie cylindrique ;* a^2, *partie légèrement conique ;* a^3, *bourrelet ;* a^4, *gorge ;* a^5, *traits de scie ;* a^6, *pointe ;* a^7, *logement de la pointe ;* a^8, *cheminée ;* a^9, *cuvette ;* a^{10}, *charge de poudre ;* a^{11}, *canaux d'inflammation ;* B, *pièce cylindrique creuse (corps supérieur) ;* b, *perforations pour les projectiles* b^1, *recouvertes par le tube mince* b^2 ; b^3, *ergots ;* b^4, *bouchon à vis ;* b^5, *concuteur ;* b^6, *tube ;* b^7, *trous dans ce tube ;* b^9, *cheminée ;* C, *percuteur ;* c, *tube guidant le percuteur ;* c^1, *capsule ;* c^2, *tige guidée dans un tube* c^3 ; c^4, *ressort ;* c^5, *petites pièces maintenues en place par la bague* c^6; c^7, *rainures ;* c^8, *gaîne coiffant la bague ;* c^{10}, *tête de la tige* c^9 ; c^{11}, *trou dans lequel est placé un petit câble d'acier (non représenté) dont l'autre extrémité est amarrée au corps* A ; c^{11}, *ressort ;* D, *enveloppe légère percée de fenêtres* d ; d^1, *dépression de cette enveloppe ;* E, *empennage maintenu par un écrou* e ; G, *tube de lancement (représenté en traits mixtes).*

Un autre Allemand, Putscher, a fait également breveter en France, quelques semaines avant la guerre, un projectile à percussion semblable au précédent, c'est-à-dire fonctionnant par le choc. Il se caractérise par un boulon qui est guidé par un « creux » correspondant, et qui est percé de canaux à l'orifice desquels on a disposé, en saillie sur sa surface, des pastilles-amorces s'enflammant par le frottement. (Fig. page 64.)

Une partie de la paroi intérieure de ce « creux », ou trou de guidage du boulon, est munie d'un frottoir. Pour consolider le détonateur et pour maintenir en même temps le projectile dans le tube de lancement, on utilise une broche montée sur billes.

Le corps du projectile, en forme de massue, présente à son extrémité, allant en diminuant de diamètre, des surfaces servant à le tenir droit dans sa chute et à faire suivre à son axe une direction verticale. Son intérieur contient la charge dans laquelle pénètre la cartouche de mise de feu. Elle est retenue par le boulon dont il est parlé plus haut et dont les canaux qui le traversent sont remplis de mèche inflammable en contact avec les pastilles-amorces ; ces pastilles s'enflamment promptement en rabotant le frottoir.

D'autres bombes à jeter des avions et ballons sont encore décrites dans les revues spéciales d'outre-Rhin, qui en ont fait une étude complète. Elles sont variées à l'infini.

La bombe figurée à la page suivante et que l'on peut appeler rebondissante, est du type de celles qui éclatent à une certaine hauteur au-dessus du sol. Elle est construite par M. Bergery-Derocle, et *Schuss und Waffe* en donne la description détaillée.

Elle est constituée par deux parties s'emboîtant l'une dans l'autre : un corps extérieur ou tube, fermé par le bas, contenant le corps explosif proprement dit, c'est-à-dire la bombe même, destinée à éclater, laquelle peut se déplacer à la façon d'un concuteur pour provoquer l'inflammation de la charge de lancement. Cette charge est placée dans la partie antérieure du corps extérieur, ou tube, que l'on peut considérer comme étant un canon très court, ou mortier, à mince paroi, le corps explosif proprement dit, ou bombe, étant le projectile avec lequel il est chargé. Il y a cette différence toutefois que ledit projectile est plus long que le canon et que la charge de poudre qui doit le lancer est très faible.

Les deux corps, extérieur et intérieur, sont solidarisés au repos, pendant le lancement et pendant la chute jusqu'au choc, par des ergots qui font légèrement saillie sur la surface du corps intérieur par rapport à la surface latérale du tube ou corps extérieur et qui, lorsqu'on enfonce de force les deux corps l'un dans l'autre, viennent s'en-

gager dans une gorge pratiquée intérieurement dans la partie postérieure de la paroi du corps extérieur. Des traits de scie, dirigés suivant des génératrices dans la paroi où est pratiquée ladite gorge, permettent à cette partie arrière ou postérieure du corps extérieur (là où est située la gorge) de s'ouvrir légèrement sous l'influence de la poussée intérieure résultant de l'introduction des deux corps l'un dans l'autre (formant ainsi ressorts), ce qui permet aux ergots de pénétrer très facilement dans la gorge, et ce qui les en fera sortir non moins facilement quand le projectile, après son lancement, heurtera le sol. Le mouvement du corps extérieur sera alors anéanti, mais le corps intérieur, la bombe proprement dite, dont l'inertie est considérable à cause de son poids, continuera sa course, faisant alors sortir par forcement les ergots de la gorge. Cette course sera d'ailleurs très courte, mais néanmoins suffisante pour que le percuteur vienne frapper l'amorce placée vis-à-vis de lui dans la partie antérieure du tube ou corps extérieur (que nous avons comparé plus haut à une douille ou à une sorte de canon). Le feu de l'amorce enflammera la charge de poudre placée autour d'elle, et c'est alors que ce corps extérieur jouera le rôle de canon ou de mortier, et le corps intérieur, celui de projectile. Comme l'engin est agencé de façon à ce que ce dernier soit toujours tourné vers le haut, il sera lancé verticalement, avec une grande force, par la charge de poudre, dite première charge.

Mais il entraîne avec lui un câble d'acier qui se déroule et qui est attaché par son autre extrémité au corps extérieur, lequel vient de faire l'office de canon, et qui reste à terre, et ce câble est relié lui-même au percuteur de la mise de feu de sa charge d'explosion d'une façon telle qu'une légère traction peut déclencher ledit percuteur et provoquer l'allumage.

Les appareils de déclenchement

Primitivement, les bombes étaient lancées dans l'espace simplement à la main par les aviateurs et les aéronautes, et cette façon un peu primitive d'opérer s'emploie encore très fréquemment. Cependant, on a reconnu qu'il y avait certains avantages, surtout quand le pilote est seul, à employer des moyens mécaniques ou automatiques pour procéder à leur décrochage et à leur lancement au moment le plus convenable.

Dans notre n° 22 précité, on a décrit un de ceux employés par les Allemands à bord de leurs zeppelins dans leurs incursions du début de la guerre au-dessus du territoire français.

Les journaux allemands et autrichiens ont publié récemment diverses études sur ce sujet, dont nous dirons deux mots. *Normal Verordnungsblatt für das K. und K. Heer*, de Vienne, donne la description d'un appareil qui n'est autre que celui fabriqué par l'ancienne société « Le Rhône ».

Dans ce système (fig. page 65), chaque bombe

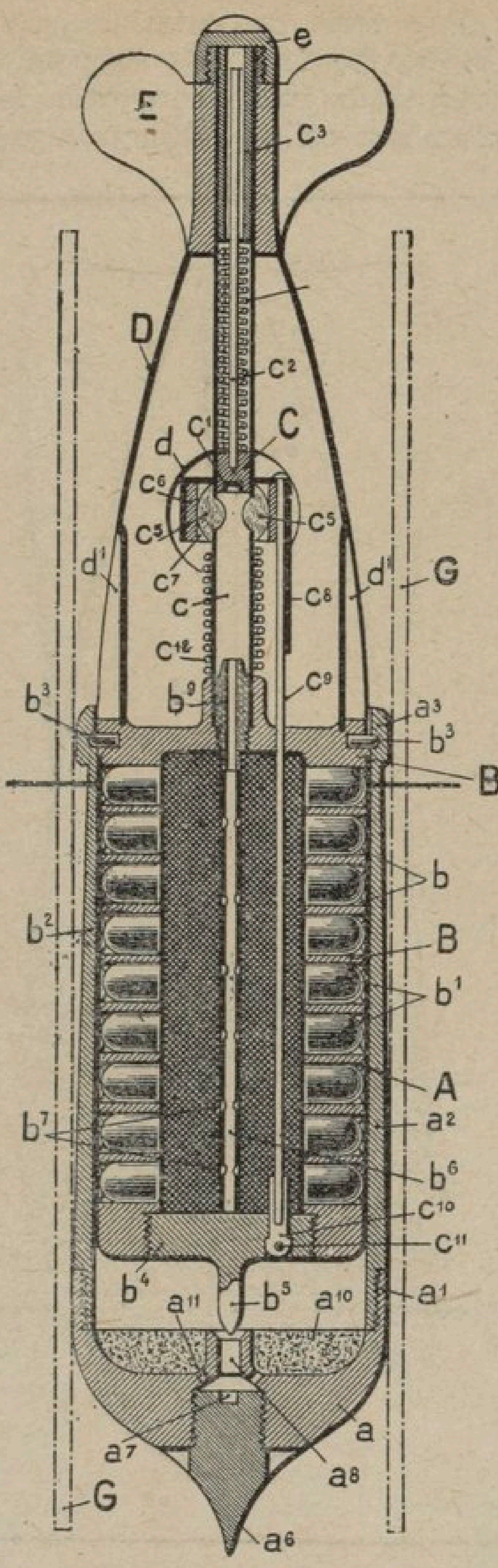


FIG. 1

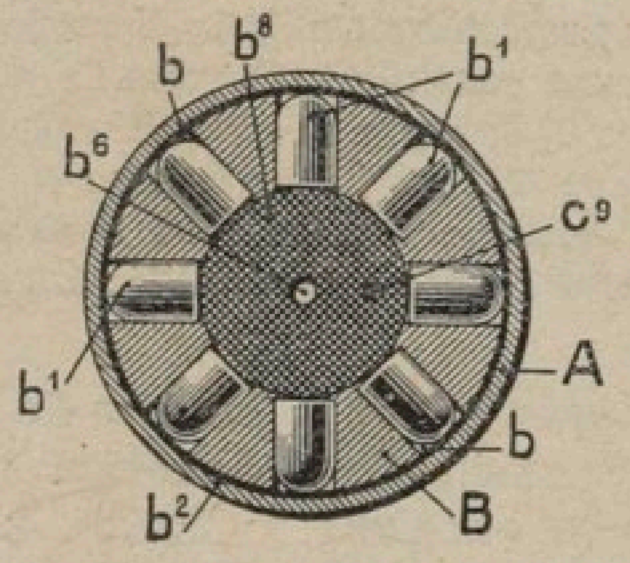


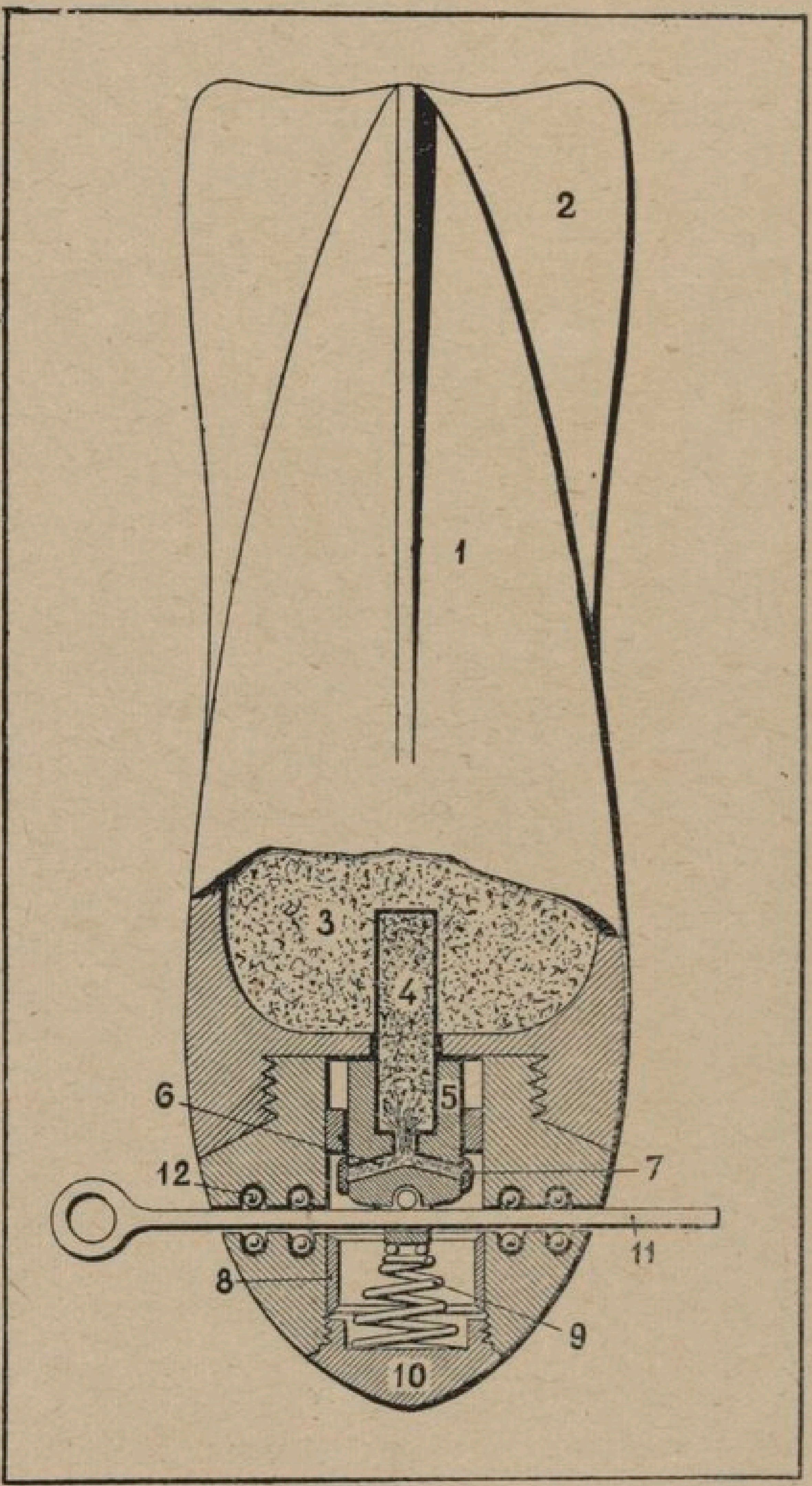
FIG. 2

BOMBE REBONDISSANTE DU SYSTÈME BERGERY-DEROCLE

est logée dans une gaîne sans fond, mais munie d'un couvercle percé d'un trou en son centre. La douille de la bombe fait saillie par ce trou et elle porte, dans une partie appropriée de sa longueur, une collerette d'un diamètre moindre que celui dudit trou. Un chien, fixé sur le couvercle de l'appareil, et ayant la forme d'un doigt recourbé à son extrémité, passe sous cette collerette, embrassant la douille sur près de 180 degrés, et maintient ainsi l'engin suspendu dans la gaîne.

Ce chien est articulé en un point du couvercle et il porte une queue, soumise à l'action d'un ressort de traction, qui tend à la maintenir au contact d'une butée, de telle sorte qu'étant ainsi immobilisé, il s'opposera à la chute de la bombe tant que sa queue restera en contact avec la butée. Enfin, une goupille de sûreté, engagée dans le percuteur et dans la douille, est reliée à un anneau spécial porté par le chien.

Un curseur peut coulisser dans une glissière pratiquée au bord du couvercle de la gaîne ; il est muni d'une saillie propre à rencontrer l'extrémité de la queue du chien lorsque celle-ci est en contact avec la butée dont il est parlé plus haut. Un câble souple, dont l'extrémité est à portée de la main de l'aviateur, permet d'opérer sur ce curseur une traction produisant un coulissement suffisant dans la glissière pour que sa saillie rencontre la queue du chien et fasse pivoter celui-ci sur son axe, la partie formant crochet et passée sous la collerette de la bombe décrivant un arc de cercle et s'écartant suffisamment de celle-ci pour ne plus lui servir de support et pour démasquer le trou du couvercle. Le même mouvement du chien dégage la goupille du percuteur, et la bombe, n'étant plus retenue par rien, tombe. Son culot est en avant, mais un empennage ou des ailettes la font se retourner, et elle achève ainsi sa chute, le percuteur dirigé vers le sol, comme il convient pour que l'éclatement ait lieu.



BOMBE PUTSCHER A PASTILLES-AMORCES ET A FROTTOIR

1, *corps du projectile ;* 2, *ailettes directrices ;* 3, *chambre intérieure contenant l'explosif ;* 4, *cartouche d'allumage ;* 5, *boulon ;* 6, *canaux remplis de mèche inflammable ;* 7, *pastilles-amorces ;* 8, *frottoir ;* 9, *ressort du boulon ;* 10, *bouchon d'obturation ;* 11, *broche d'arrêt ou de sécurité ;* 12, *billes.*

En continuant d'opérer une traction sur le câble souple, le curseur vient rencontrer la queue du chien du dispositif placé immédiatement à droite. Une deuxième bombe tombe à son tour, puis une troisième. etc.

Une deuxième sorte d'appareil comprend un tube de lancement obturé à sa partie inférieure par des bras qui supportent la bombe et peuvent s'écarter sous le poids de celle-ci lorsque l'aviateur déclenche le système de verrouillage qui maintient les bras dans la position d'obturation, lesquels reviennent automatiquement dans ladite position initiale lorsque l'engin destructeur est passé.

Le déclenchement est provoqué par un câble flexible (câble de Bowden) dont le bouton de commande est fixé au volant de direction de l'appareil, à portée de la main.

Enfin, un troisième appareil se compose d'une boîte-chargeur, comprenant des séries de logements dans lesquels sont placées des bombes traversées par des fils qui les maintiennent suspendues, lesquelles sont libérées au moment du tir par les déplacements

de ces fils s'enroulant sur des tambours mûs par des mouvements d'horlogerie, de vitesse réglable, ce qui leur permet de tomber en s'échelonnant à des intervalles réguliers plus ou moins longs. Ce système semble très pratique.

Les appareils de visée

Les premières bombes jetées d'un avion ou d'un ballon, soit à la main, soit à l'aide d'un des appareils de déclenchement dont nous venons de parler, sur un objectif terrestre dans un but de destruction le furent au « jugé », sans que l'homme se préoccupât beaucoup de la grande différence qui existe entre le tir d'une plateforme immobile et celui provenant d'une plateforme mobile, comme un avion ou un ballon. Aussi le nombre d'engins perdus, c'est-à-dire n'atteignant pas le but visé, était-il par cela même considérable,

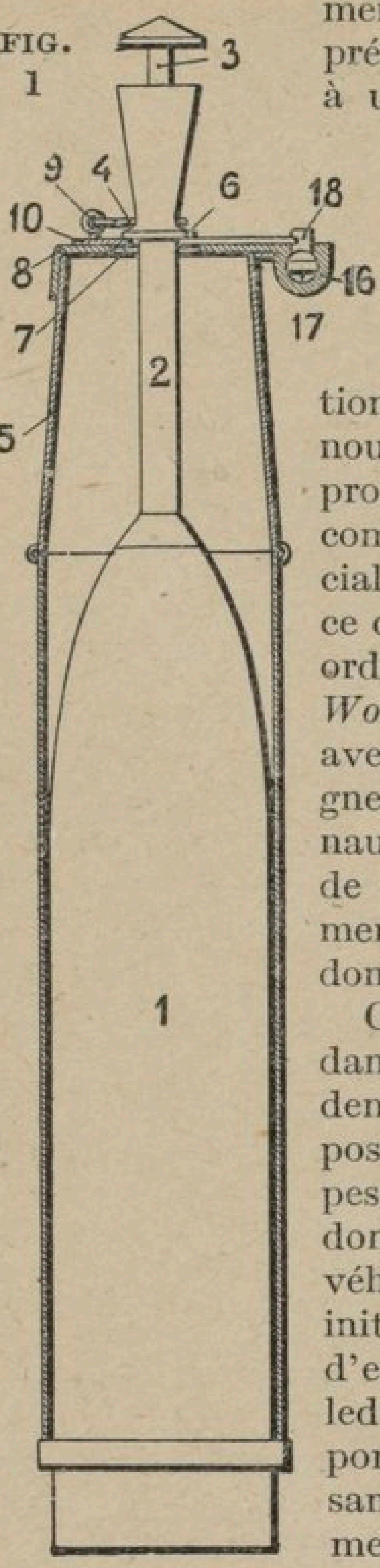
Cependant, quelques chercheurs étudièrent de près les conditions de ce tir spécial sur plateforme mobile, et ils s'aperçurent que, comme les autres genres de tir au fusil et au canon, il était soumis à des règles fixes, quoique bien différentes, que le calcul était susceptible d'indiquer.

Ces règles, il faut le dire, sont un peu compliquées, car il faut tenir compte, dans les calculs, de plusieurs facteurs essentiellement variables, et il en résulte que ces calculs demandent un certain temps pour être effectués. Ceci aurait nui grandement à leur vulgarisation, car l'aviateur n'aurait pas eu le loisir de s'y livrer, étant donné surtout que le jet de la bombe doit s'opérer rapidement dès que l'instant favorable est arrivé, si l'on n'avait inventé des appareils extrêmement ingénieux permettant de faire automatiquement les calculs et d'indiquer avec précision le point de lancement, grâce à une manœuvre très simple et rapide et à deux ou trois visées à l'aide d'une lunette spéciale.

Les Allemands, à qui tout ce qui se rapporte à la guerre n'a jamais été étranger, se sont également occupés de cette question du jet des bombes, et, comme nous, ils ont cherché la solution du problème. Ils ont étudié, analysé, commenté dans leurs revues spéciales militaires et de marine, tout ce qui s'est fait chez nous dans cet ordre d'idées. L'une d'elles, *Militar Wochenblatt*, de Berlin, a publié, avec les dessins qui les accompagnent, les brevets pris par M. Renault, qui a institué une méthode de tir et construit très minutieusement un de ces appareils de visée dont nous allons nous occuper.

On sait, dit ce savant inventeur dans le préambule d'une première demande de brevet d'invention déposée en septembre 1913, qu'un corps pesant, projectile ou autre, abandonné dans l'espace à bord d'un véhicule aérien, possède une vitesse initiale propre correspondant à celle d'entraînement que lui communique ledit véhicule progressant par rapport au sol. Du fait de la composante de cette vitesse d'entraînement avec la pesanteur, le corps pesant parcourt une trajectoire balistique dont le point d'impact (le point où le projectile touche le sol ou le but) est situé à une certaine distance de la projection horizontale du point de chute, cette distance

FIG. 1



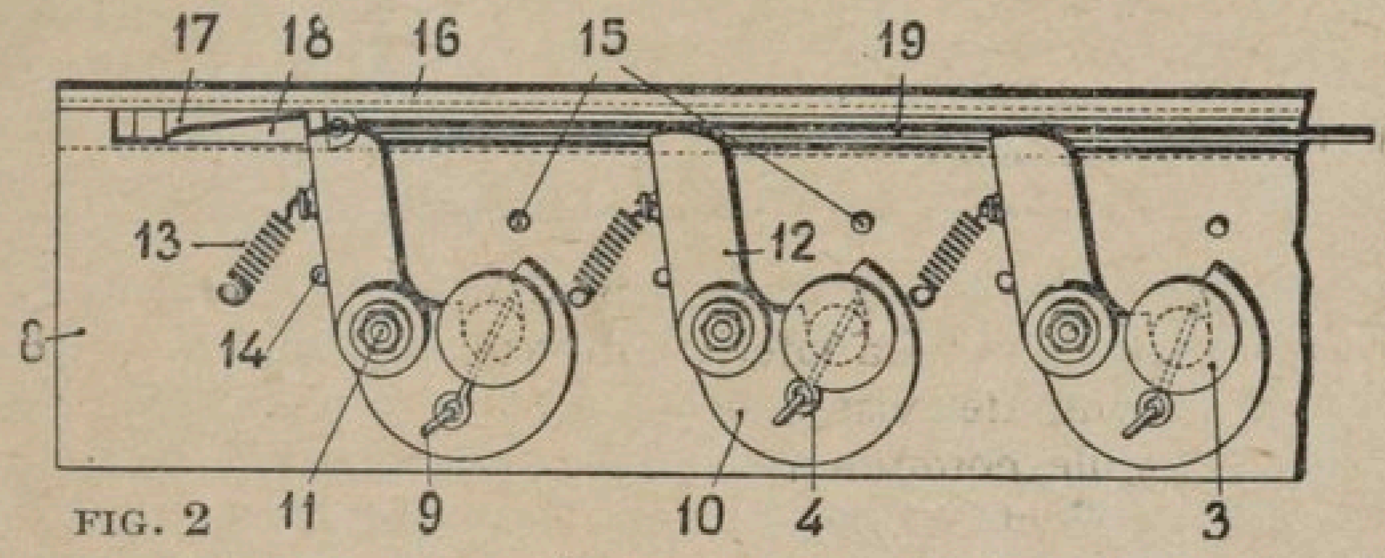


FIG. 2

APPAREIL DE DÉCLENCHEMENT « LE RHONE »

Figure 1 : élévation sectionnelle ; figure 2 : plan de la partie supérieure, mais tournée de 90° par rapport à la projection horizontale de la figure 1.

1, *bombe ;* 2, *douille ;* 3, *percuteur ;* 4, *goupille de sûreté ;* 5, *gaîne du projectile ;* 6, *collerette de la douille ;* 7, *trou pour le passage de la douille ;* 8, *plaque ou couvercle de la gaîne ;* 9, *anneau auquel est relié la goupille* 4 ; 10, *chien ;* 11, *axe du chien ;* 12, *queue du chien ;* 13, *ressort de traction ;* 14, *butée ;* 15, *autre butée empêchant le déplacement angulaire exagéré du chien ;* 16, *glissière ;* 17, *curseur ;* 18, *saillie du curseur ;* 19, *câble souple enroulé sur un tambour dont la manivelle est à la portée de la main de l'aviateur.*

étant fonction de l'altitude de l'avion et de la vitesse d'entraînement que possède le corps pesant. Il est donc nécessaire de déterminer, pour atteindre le but défini, la position de l'espace que le véhicule doit occuper pour que le corps pesant, abandonné à l'instant précis où il atteint ce point, puisse décrire la trajectoire aboutissant à l'objectif visé.

Le premier élément à déterminer pour le tir est donc la forme de la trajectoire, ou, en d'autres termes, les paramètres de la courbe de chute, c'est-à-dire, d'une part, la distance de la projection horizontale de l'aéronat à l'objectif, d'autre part, l'altitude.

Cette détermination faite permet, soit automatiquement, soit en se référant à des tables de tir, de définir l'angle sous lequel doit être vu l'objectif du bord de l'aéronat, pour que la courbe balistique du projectile y marque son point d'impact. Un appareil de visée, placé sous orientation et inclinaison convenables, permet ensuite, par l'apparition du but dans son champ, de définir le moment où la chute doit commencer.

D'autre part, le projectile est soumis, lors de son lancement, à une force déterminée par la vitesse de déplacement de l'organe de visée, et, par suite, par celle de l'aéronat. C'est là un facteur dont l'importance est considérable. En effet, cette force, lorsque l'organe de visée se déplace à la vitesse du véhicule, communique au projectile une vitesse égale et contraire à ces dernières, mais subit des variations qui sont fonction de celles de la vitesse angulaire de l'organe de visée, quand la vitesse de l'aéronat varie relativement à elle, prise comme constante pour l'évaluation.

Une forme de réalisation des dispositifs, objets de l'invention, consiste en un tube ou canon qui, par ses déplacements angulaires de part et d'autre du plan longitudinal de l'aéronat, permet de couvrir un certain champ latéral, et un système de viseur dont les déplacements latéraux déterminent le pointage du canon, ledit viseur étant, en outre, articulé autour d'un axe perpendiculaire à la direction de translation de l'aéronat, de façon à pouvoir suivre un objectif choisi sur le terrain. Les déplacements du viseur autour de cet axe ont essentiellement pour but de déterminer, en fonction de l'altitude et de la vitesse relative de translation du véhicule par rapport au sol, d'une part, l'angle d'inclinaison qu'il convient d'adopter pour le viseur, de façon à ce que le moment où la ligne de visée ainsi définie passe par le but, soit celui du lancement du projectile ; d'autre part, la vitesse initiale qu'il est nécessaire de communiquer à l'engin pour atteindre l'objectif vu nettement sous l'angle de visée ainsi déterminé.

La figure page 67, dans sa partie supérieure, représente en perspective le système de viseur, et la partie inférieure est une vue, *à échelle plus réduite* et en coupe verticale, du système de lancement, de son mécanisme de freinage variable, de son support et des dispositifs qui en permettent le pointage. Les liaisons entre le système de commande sur lequel peut agir l'observateur, le viseur et l'appareil de lancement pour le projectile sont représentées en traits mixtes, figurant les transmissions souples.

De ce qui a été dit plus haut, il résulte que si le projectile est abandonné au moment où l'aéronat est exactement sur la verticale du but visé, il peut être assuré de le toucher, grâce au système de lancement.

Pour obtenir ce résultat, il faut connaître la vitesse de translation de l'aéronat par rapport au sol. Cette détermination s'opère sur une base fixe, ou, en d'autres termes, en évaluant la vitesse que doit recevoir un organe de visée quelconque pour maintenir dans son champ un objectif convenablement choisi, tout en décrivant l'angle sous lequel serait vue la base, prise comme constante

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA FIGURE DE LA PAGE SUIVANTE

1, *lunette de visée ;* 2, *fourche ;* 3, *axe horizontal supportant la fourche, pour tourner dans le coulisseau* 4 ; 5, *ressort antagoniste ;* 6, *butée mobile ;* 7, *butée fixe ;* 8, *bâti de l'appareil ou support ;* 9, *bras à l'autre extrémité de l'axe* 3 ; 10, *bouton de manivelle ;* 11, *fourche de la manivelle ;* 12, *levier d'entraînement ;* 13, *vis pouvant déplacer le support* 8 ; 14, *molette d'altitude pouvant déplacer le support* 8 *et la butée* 6 ; 15, *mouvement d'horlogerie ;* 16, *transmission pneumatique ;* 17, *volant ;* 18, *frein ;* 19, *vis commandant le bloc de freinage ;* 20, *guide vertical du bloc de freinage ;* 21, *transmission ;* 22, *renvoi de mouvement des déplacements angulaires que reçoit la lunette ;* 23, *câble souple de commande transmettant les déplacements angulaires de la lunette à l'organe de lancement ;* 24, *ressort de projection ;* 25, *mécanisme pour bander le ressort ;* 26, *plate-forme tournante ;* 27, *tige qui déplace et guide la partie mobile de l'engin soumis à l'action du ressort ;* 28, *corps de pompe du frein hydropneumatique où évolue le piston dépendant de la tige* 27 ; 29, *ouverture faisant communiquer la pompe avec le réservoir ;* 30, *réservoir d'aspiration et de refoulement, à cloche régulatrice ;* 31, *soupape commandée par la transmission* 32, *que l'observateur commande par le volant* 33 ; 35, *engrenages.*

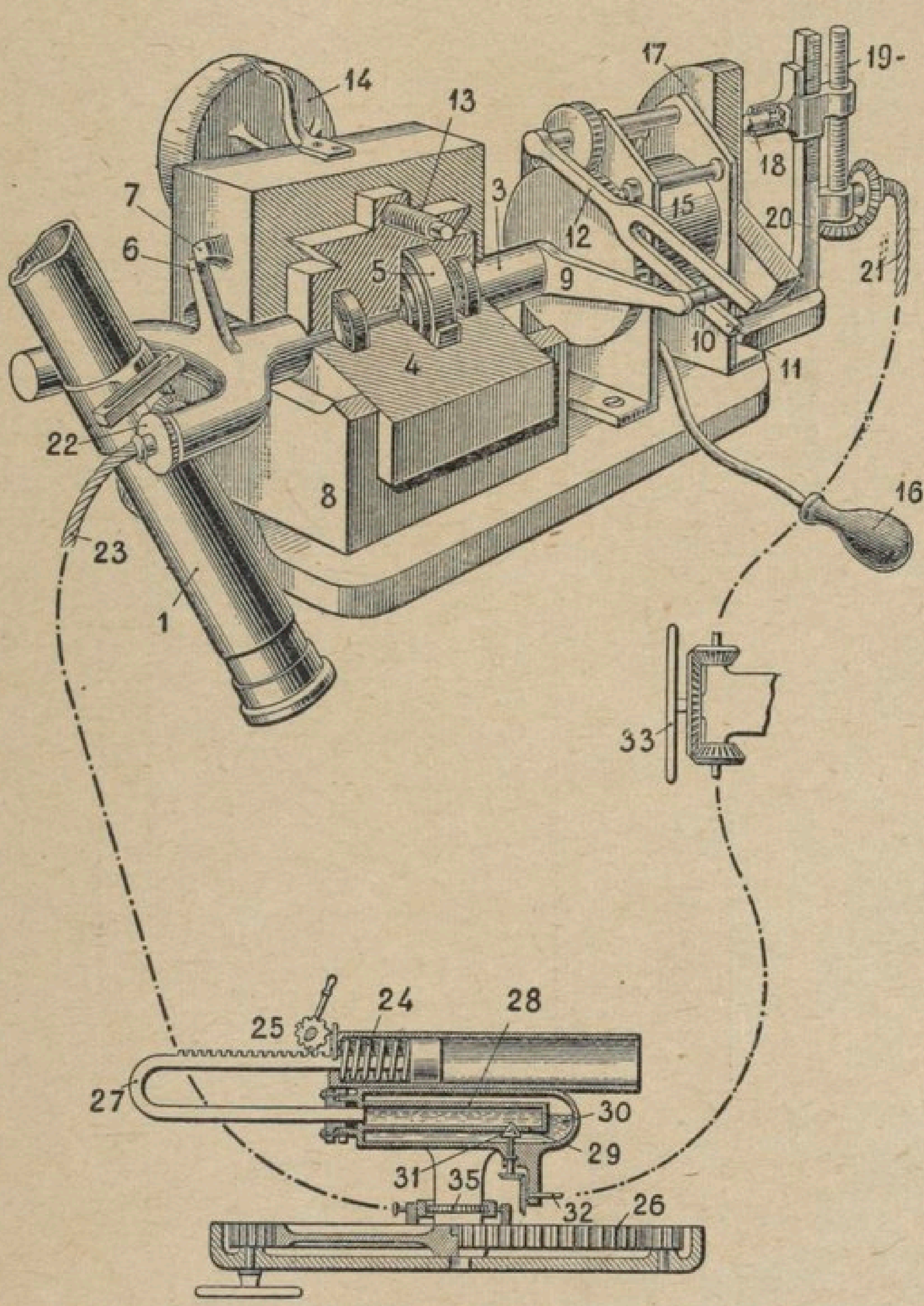
de mesure. Cet angle, qui est fonction directe de l'altitude, devient donc lui-même une constante d'établissement de l'appareil.

Dans ce but, celui-ci, qui peut être suspendu de façon à conserver l'horizontalité quels que soient les déplacements et oscillations du véhicule, est constitué essentiellement par un viseur quelconque (vu sur le dessin avec arrachement partiel), qui est articulé transversalement à la direction dans une fourche. L'axe horizontal supportant cette dernière peut tourner dans un coulisseau et est soumis à l'action antagoniste d'un ressort qui tend à ramener l'équipage mobile en position de repos, en appliquant une butée mobile appartenant à l'axe, sur une butée fixe du bâti de l'appareil. Cette butée détermine l'angle correspondant à la hauteur, qui est indiquée par le baromètre et qui est rectifiée suivant la hauteur du but.

A son extrémité, l'axe horizontal porte un bras et un bouton de manivelle s'engageant dans une fourche d'un levier d'entraînement. (Figure ci-dessus.)

Le coulisseau portant la première fourche peut être déplacé dans son support au moyen d'une vis et d'une molette d'altitude qui porte à cet effet des graduations correspondantes aux diverses indications barométriques. Par la manœuvre de cette molette, on pourra déplacer la butée mobile appartenant à l'axe horizontal, de façon à ce qu'elle prenne contact plus ou moins tôt avec la butée fixe, ce qui détermine l'angle plus ou moins grand que doit parcourir, en fonction de l'altitude, l'organe de visée pour atteindre la position verticale lorsque l'avion surplombe très exactement l'objectif.

Ce viseur est commandé à une vitesse constante, déterminée par l'altitude, au moyen d'un mouvement d'horlogerie, qui peut être déclenché par l'opérateur par une transmission pneumatique quand, étant convenablement pointé, il permet de repérer l'objectif dans son champ. A ce moment, le pilote doit s'efforcer de maintenir la trajectoire que parcourt son appareil dirigé vers l'objectif choisi et passant par ce dernier.



APPAREIL RENAULT POUR LE LANCEMENT DES BOMBES A BORD DES AVIONS

En haut : appareil de visée vu en perspective ; en bas : appareil de lancement, coupe verticale, à une échelle plus réduite.

Le système exposé doit être établi de façon à ce que le mécanisme réalisant l'entraînement, ou l'axe horizontal qui est actionné par ce dernier dispositif et qui entraîne le viseur, puisse être ramené en position de repos, la butée mobile venant s'appuyer sur la butée fixe pour une nouvelle observation et de nouveaux lancements.

On remarquera que l'agencement que nous venons d'expliquer permet de faire décrire au viseur, pour un même temps, des angles variables, fonctions de l'altitude.

Le système est complété par l'appareil de lancement dont la puissance de projection est réglée automatiquement par l'appareil de visée qui vient d'être décrit brièvement. Il est pourvu d'un ressort de projection. Un mécanisme de déclenchement,

commandé par le viseur, permet de produire sa détente, et, par conséquent, le lancement du projectile sur le but choisi quand l'appareil aérien atteint la position de tir.

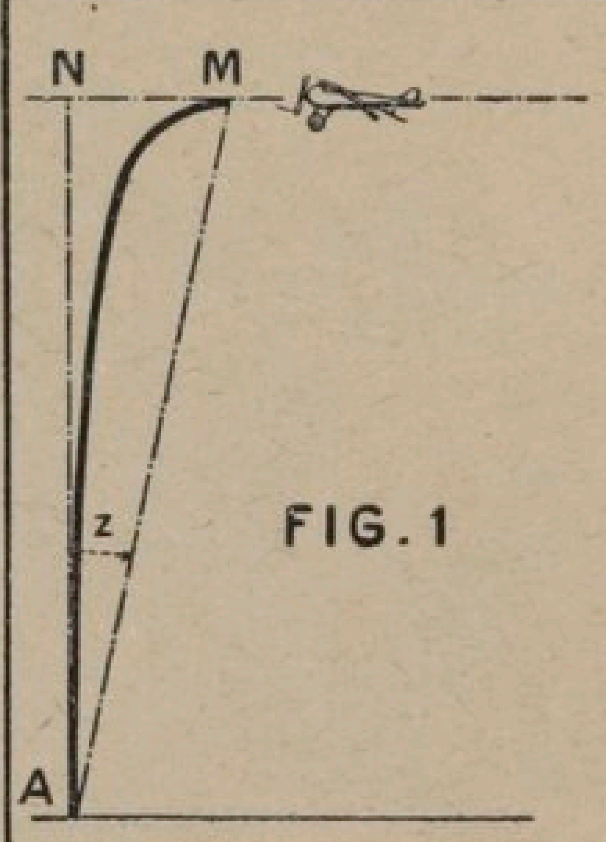
Ce ressort, dont la mise en tension est constante, se combine avec un frein hydropneumatique, à action variable, susceptible de modifier sa puissance.

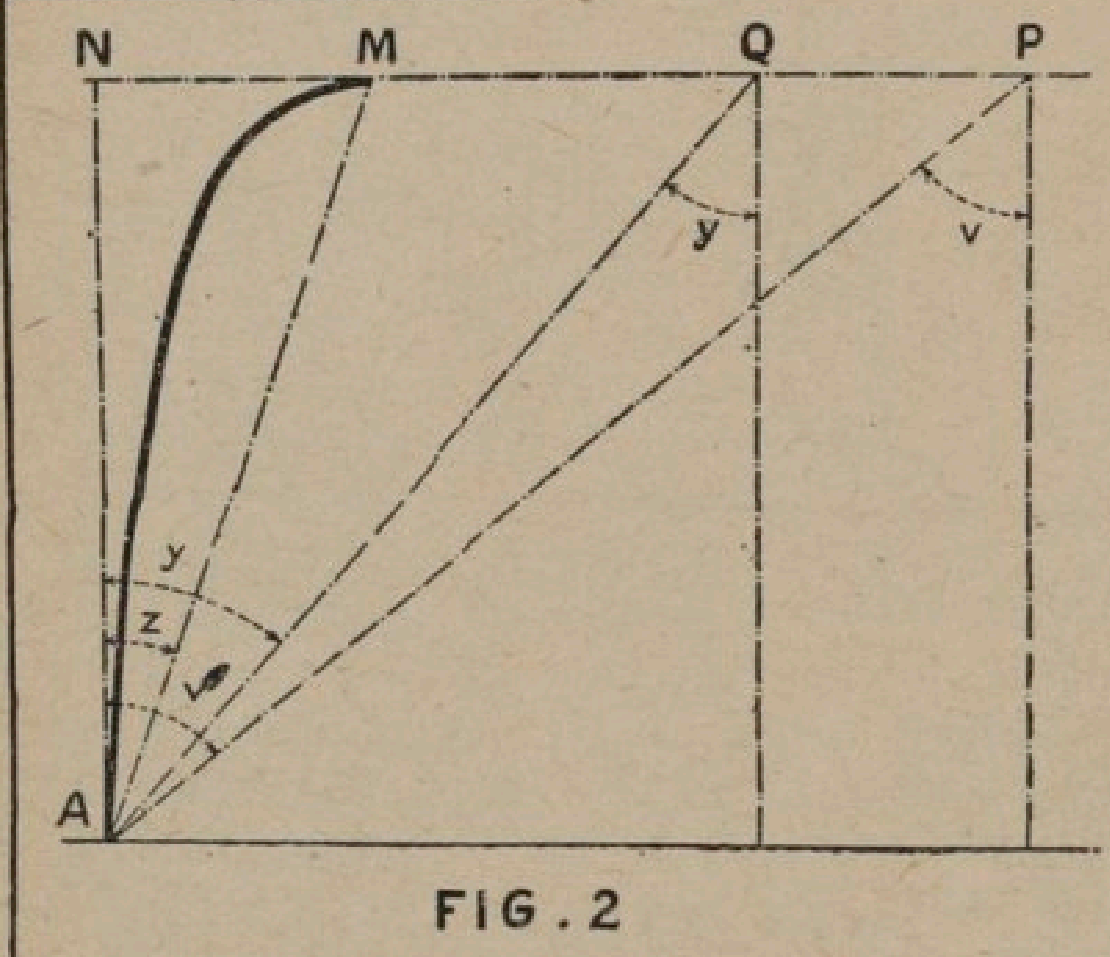
Une autre revue allemande, *Armee-Verordnungsblatt*, décrit la méthode et l'instrument de visée de l'avion Morane-Saulnier.

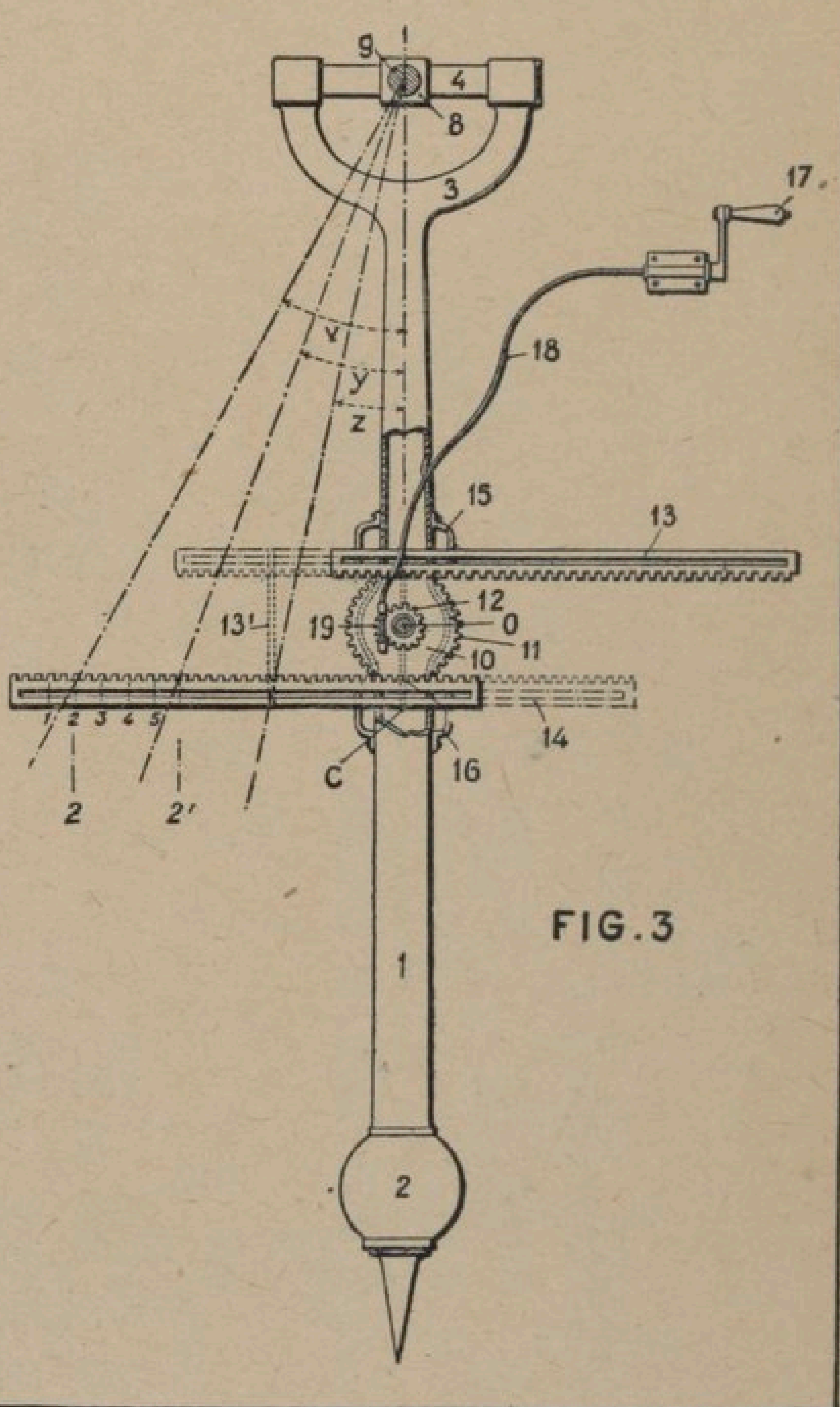
On sait (on l'a dit plus haut) que, lorsqu'on veut atteindre un but au moyen d'un projectile tombant d'un aéroplane, il faut le lancer avant d'être juste au-dessus de lui, par suite de la trajectoire décrite par ce projectile qui est animé d'une vitesse initiale. Ainsi, comme on le voit sur la fig. 1 ci-dessus, pour atteindre le point *A*, l'aviateur doit laisser tomber le projectile en *M*. Si l'on désigne par *N* le zénith du point *A* sur la sphère de hauteur constante correspondant à la hauteur de l'aéroplane, il convient de déterminer exactement l'angle *z* que font les directions *MA* et *NA*.

Lorsque cet angle est connu, il suffit de lâcher le projectile quand l'angle de visée avec le point *A* et la verticale est égal à *z*. La détermination de *z* peut se faire au moyen de tables, lorsqu'on connaît la hauteur de l'aéroplane et sa vitesse. Cette méthode nécessite donc de la part de l'aviateur l'évaluation de la vitesse et la consultation, toujours longue, d'une table.

L'invention dont il s'agit ici a pour but de simplifier ces opérations de manière à réserver au pilote toute sa liberté d'action

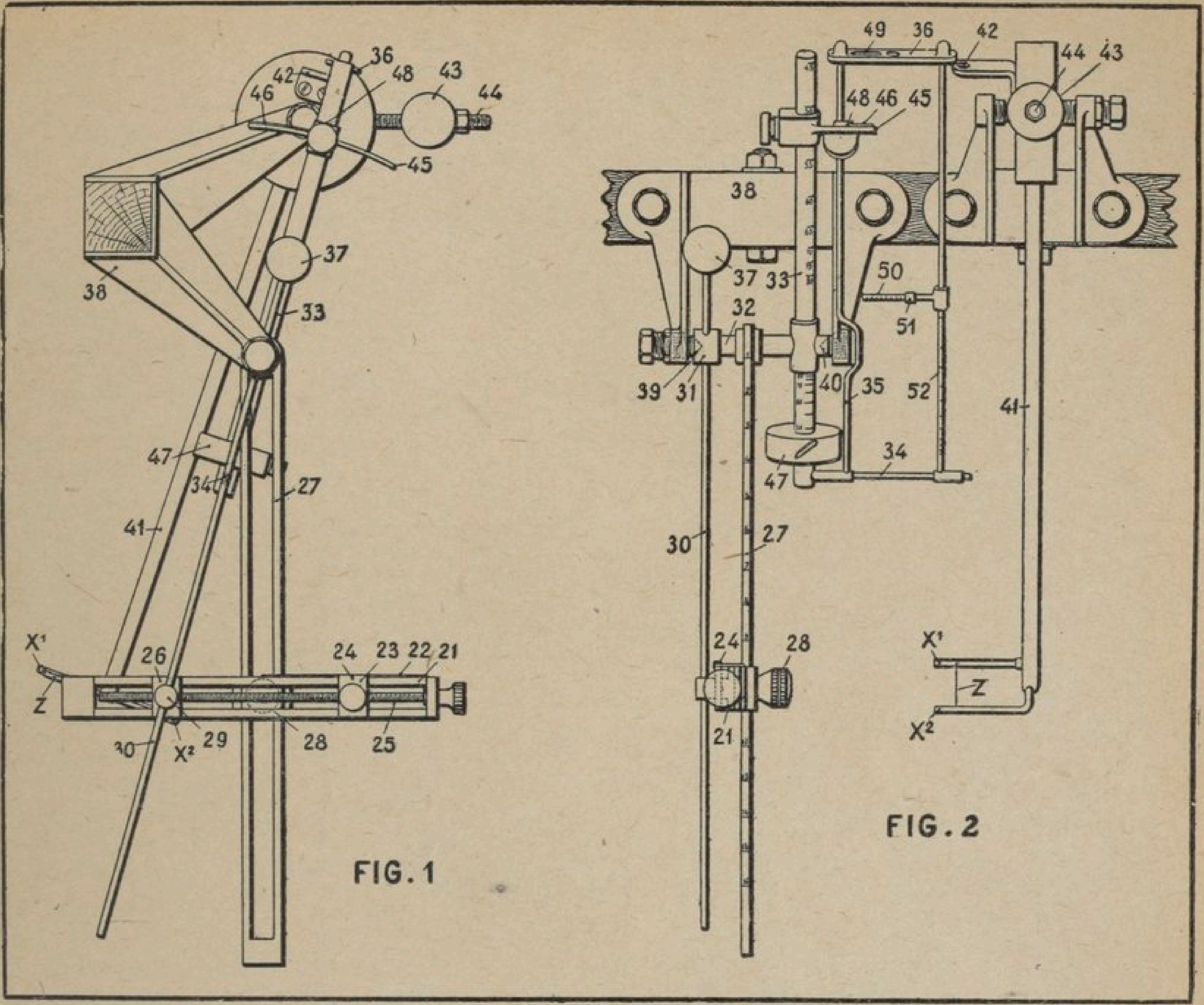






APPAREIL DE VISÉE EMPLOYÉ SUR LES AÉROPLANES MORANE-SAULNIER

Figure 1: trajectoire suivie par un projectile tombant de l'avion (A, *but;* M, *point de lancement;* N, *zénith de* A; z, *angle que font* MA *et* NA). — *Figure 2: figure théorique pour l'explication du procédé, objet de l'invention* (A, *but;* M, *point de lancement;* N, *zénith de* A; P *et* Q, *premier et second point de visée sur* A; vy, *angles formés par les lignes de visée et les perpendiculaires au sol*). — *Figure 3: vue en projection verticale et en coupe de l'appareil de visée* (1, *balancier;* 2, *contrepoids;* 3, *fourche;* 4, *cardan;* 8, *cadre au centre du cardan;* 9, *glace;* 10, *roue dentée;* 11 *et* 12, *dentures de la roue;* O, *pivot;* 13 *et* 14, *crémaillères;* 15 *et* 16, *supports des crémaillères;* C, *croisillon de la crémaillère inférieure;* 13', *levier du croisillon;* 17, *manivelle;* 18, *tube flexible;* 19, *vis sans fin.*)



APPAREIL DE VISÉE POUR AVIONS IMAGINÉ PAR SIR JOHN HERSCHEL HARDCASTLE

Figure 1: élévation latérale de l'instrument; figure 2: élévation de face.

21, *barre portant les graduations de hauteur* 22 ; 23, *coulisseau mobile sur cette barre portant une aiguille réglable* 24 ; 25, *vis tournante dans la barre* 21 *dont une partie est filetée à droite et l'autre à gauche (elle traverse le bloc ou coulisseau* 23 *qu'elle peut déplacer le long de la barre* 21*)* ; 26, *autre coulisseau monté sur la partie filetée en sens contraire de la vis* 21 ; 27, *barre perpendiculaire à la barre* 21 *(qui porte une échelle de temps et peut se déplacer verticalement)* ; 28, *vis pour arrêter la barre* 21 ; 29, *bloc de pivotement dans lequel coulisse une tige* 30 *dont l'autre extrémité traverse un autre bloc de pivotement* 31, *solidaire de l'arbre* 32 *et de l'extrémité de la barre* 27, *de façon à pivoter avec ceux-ci* ; 33, *bras fixé sur l'arbre* 32 *de façon à se déplacer coaxialement avec lui* ; 34, *petit bras fixé à l'extrémité inférieure du précédent, servant d'organe de mire antérieur, et autour duquel pivote une tige* 35 *portant à son extrémité supérieure un organe de mire postérieur* 36 ; 37, *poids pour maintenir ou rappeler la barre* 21 *dans la verticale* ; 38, *bras-support dans lequel est monté, au moyen des tourillons à pivot* 39, 40, *l'arbre* 34 *afin que la barre* 27 *reste verticale* ; 41 *bras oscillant dont sont solidaires les fils transversaux* X^1, X^2 ; 42, *oculaire à l'extrémité supérieure du bras* 41 ; 43, *poids réglable le long de la tige* 44 *pour compenser les variations de* y ; 45, *bras cintré, muni d'une échelle* 46, *le long duquel est réglable l'oculaire* 36 *(monté à pivot comme on le voit en* 34, *afin de tenir compte du « retard » du projectile)* ; 47, *poids réglable pour maintenir le centre de gravité* ; 48, *aiguille sur la tige* 35 *se déplaçant sur la tige* 46 ; 49, *ouverture pour observer cette aiguille et l'échelle* ; 50, *échelle et* 51, *indicateur pour tenir compte du vent de côté* ; 52, *tige graduée sur laquelle l'échelle* 50 *est montée.*

et de ne nécessiter aucun calcul de sa part.

Elle consiste à utiliser le temps de chute du projectile comme point de départ pour la détermination des angles. Ce temps est, en effet, constant, quelle que soit la vitesse de l'aéroplane, puisque la vitesse initiale est nulle dans la direction verticale. Il dépend donc seulement de la hauteur, et il pourra être indiqué sur une table de sorte que l'aviateur, se maintenant à une hauteur déterminée, pourra le connaître aussitôt.

Supposons maintenant que *M* représente

le point où il faut lâcher le projectile pour atteindre le but A et désignons par Z l'angle NAM ; si, d'un point quelconque P, situé à la même hauteur que M, on vise le point A et que l'on désigne par v l'angle de PA avec la verticale, si on laisse s'écouler le temps de chute correspondant à la hauteur à laquelle on se trouve, et que Q représente l'aéroplane après l'écoulement de ce temps, si l'on vise de nouveau le point A, et que y soit l'angle de QA avec la verticale, on pourra remarquer ce qui suit :

Les distances PQ et NM sont sensiblement égales. En effet, le projectile conserve constamment dans sa projection horizontale la vitesse qu'il avait au début, de sorte que l'espace qu'il parcourt pendant le temps de chute en projection horizontale est sensiblement le même que celui que parcourt l'aéroplane. On a donc $MN = QP$. De plus $y = NAQ$ et $v = NAP$. Il est facile de déterminer l'angle Z lorsqu'on connaît v et y.

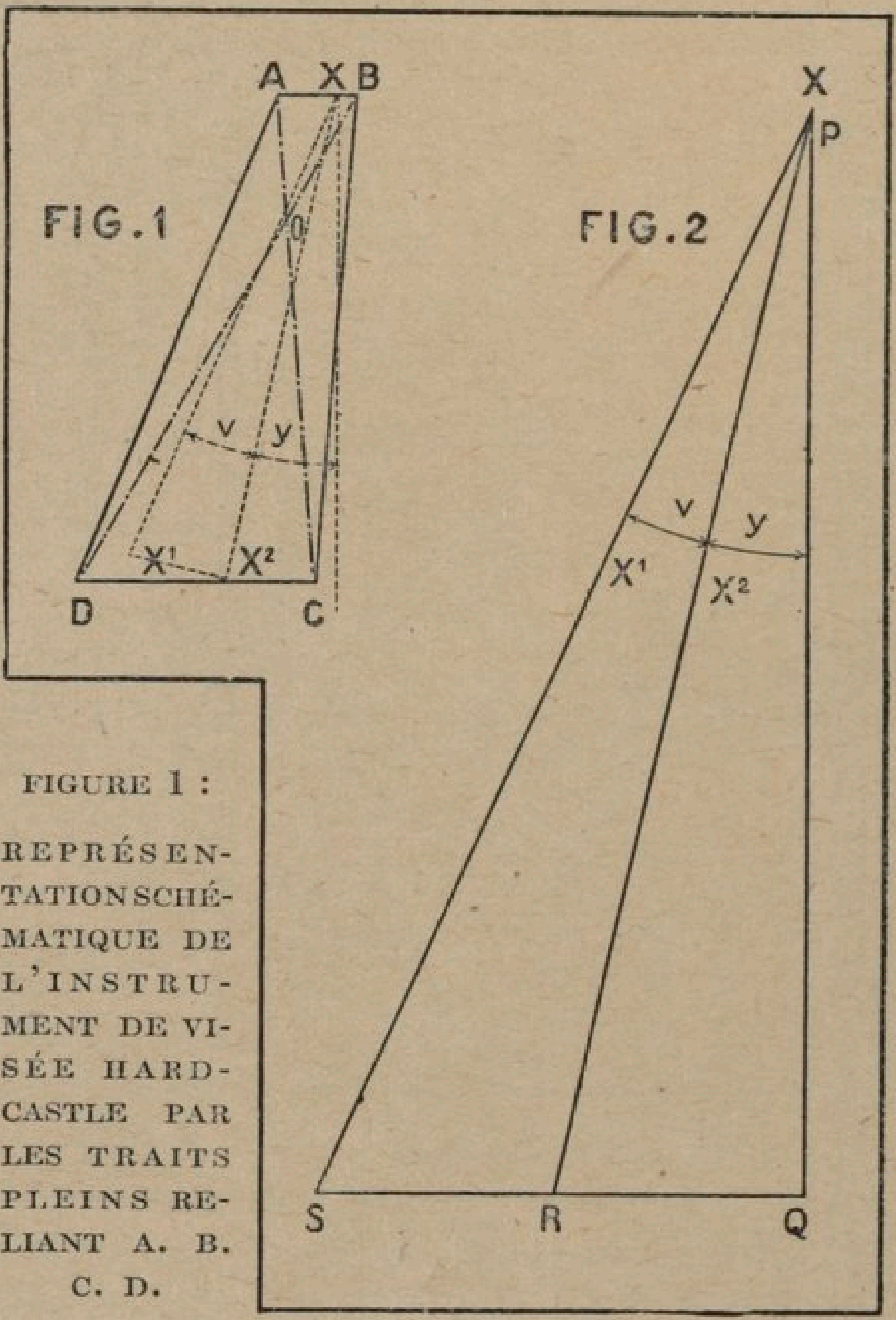


FIGURE 1 : REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE L'INSTRUMENT DE VISÉE HARDCASTLE PAR LES TRAITS PLEINS RELIANT A. B. C. D.

Les lignes de mire AC *et* BD *se croisent en* O, *qui est l'axe optique ;* X^1 *et* X^2, *position des fils pour mesurer, à l'aide du chronomètre, la vitesse par rapport au sol ;* X, *oculaire sur la ligne* AB. *La vitesse par rapport au sol est déterminée par le temps que prend un objet fixe sur le sol pour passer de* X^1 *à* X^2, *de sorte que l'angle pour le chronométrage est* $X^1 XX^2$ *(désigné par* v*) ; l'angle que forme* XX^2 *avec la verticale est désigné par* y *dans les calculs.* — FIGURE 2 : QRS, *est le sol ;* PQ, *la hauteur (ou* x *mètres). Le temps que met un objet fixe sur le sol pour passer de* X^1 *à* X^2 *est* t *secondes.*

L'appareil représenté à la page 68 a pour but de déterminer automatiquement l'angle Z lorsqu'on connaît les valeurs exactes des angles v et y.

Il se compose d'un balancier creux pourvu d'un contrepoids et qui est suspendu à deux montants au moyen d'une fourche et d'un cardan articulé par des tourillons. Le centre du cardan est pourvu d'un cadre contenant un croisillon disposé sur une glace. L'aviateur pourra viser le but au travers de cette glace.

Un troisième système pour la visée en vue du lancement des bombes est dû à sir John Herschel Hardcastle, qui l'a fait patenter en Angleterre et dans les grands pays. Il est plus compliqué que les précédents. Il permet de jeter des bombes, dont la « vitesse extrême » est connue, au moment voulu pour atteindre sûrement le but. Par « vitesse extrême » l'inventeur entend le mouvement qu'atteint graduellement un corps tombant dans un milieu résistant, au fur et à mesure que le « retard » de l'air se rapproche, comme valeur, de l'accélération par pesanteur ; c'est-à-dire quand l'accélération, qui croît sans cesse dans le vide, est contrebalancée, et par conséquent cesse de croître, par la résistance que l'air oppose à la chute du projectile ; et ce « retard » est la distance qui sépare le point qui aurait été atteint par la bombe en heurtant le sol, si elle était tombée dans le vide, du point qu'elle atteint en réalité en tombant dans l'air. Un dispositif rectificateur de visée permettant de tenir compte de ce retard, est adjoint à l'instrument et un autre tient compte de l'effet du vent.

Mais pour exposer clairement et convenablement la théorie de cet appareil et pour donner sa description technique, il nous faudrait entrer dans des développements excessifs.

Grosso modo, disons que, pour atteindre un but déterminé à l'aide de cet appareil, il est nécessaire de connaître, comme pour celui de Morane-Saulnier, la hauteur de l'avion au-dessus du sol et la vitesse par rapport au sol. Ces calculs se font automatiquement.

Justin LAUVERGNE

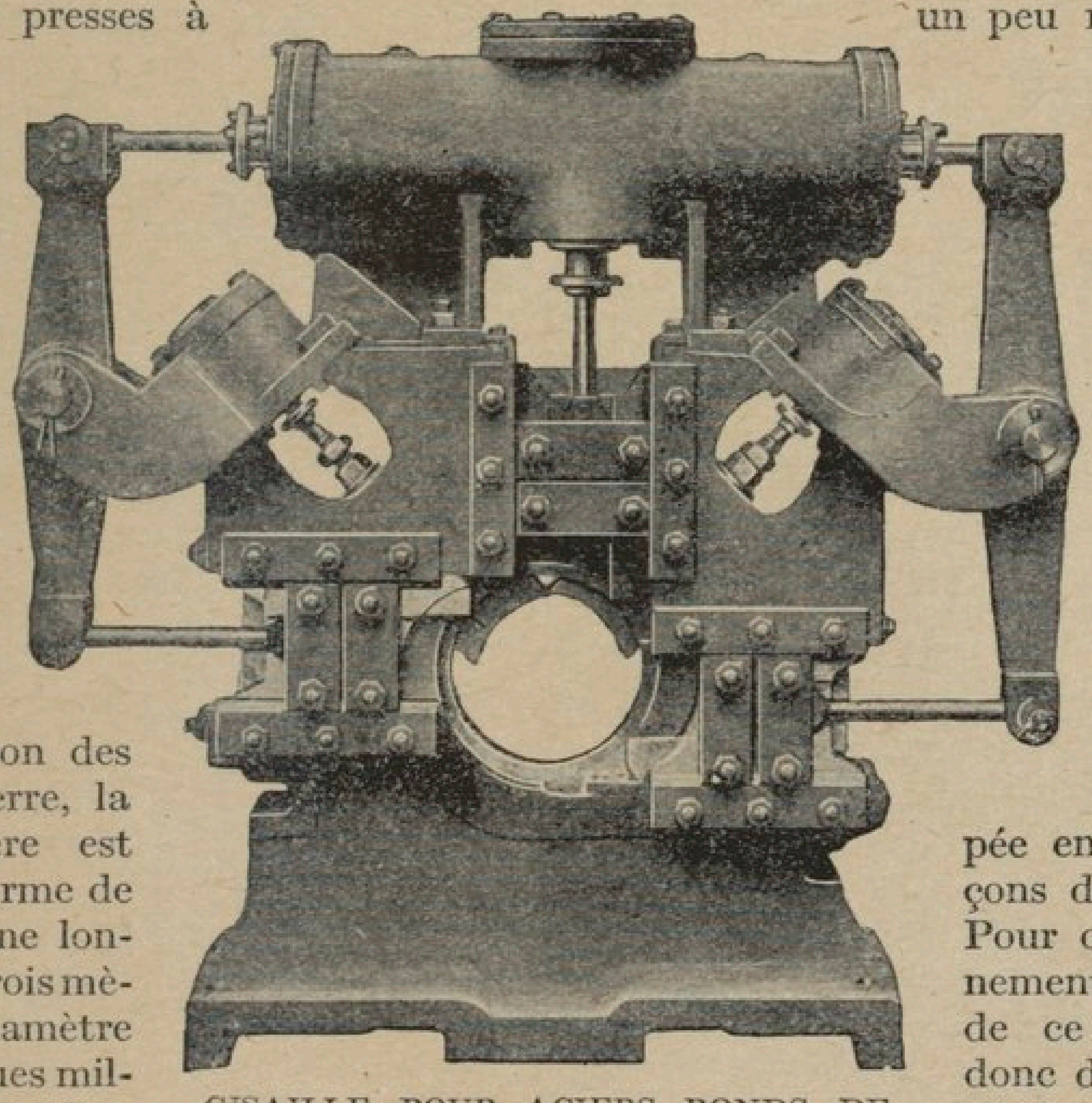
LES BARRES D'ACIER POUR OBUS SONT AUJOURD'HUI DÉBITÉES AVEC LA MÊME FACILITÉ QUE LE BOIS

Par Charles PERSIER

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Comme on l'a vu dans un précédent article de *La Science et la Vie* (nº 22, Septembre 1915, page 203), il existe à l'heure actuelle deux modes principaux de fabrication des obus de divers calibres.

Dans les usines de création récente, on a pu généralement installer des batteries de presses à forger qui permettent d'obtenir les corps d'obus d'un seul coup, sans aucune opération préalable. Dans d'autres fabriques, au contraire, et surtout dans tous les anciens ateliers de constructions mécaniques spécialement adaptés à la production des munitions de guerre, la matière première est fournie sous la forme de barres d'acier d'une longueur d'environ trois mètres et dont le diamètre dépasse de quelques millimètres celui du projectile complètement fini.



CISAILLE POUR ACIERS RONDS DE 18 A 25 CM. DE DIAMÈTRE

Cet appareil est muni de trois outils actionnés chacun par un piston à air comprimé.

La première préoccupation du fournisseur d'obus est donc de débiter les rondins provenant des aciéries en lopins dont la longueur excède légèrement celle de l'obus du calibre considéré.

Au début de la fabrication intensive entreprise après la bataille de la Marne, on a dû recourir à tous les moyens expéditifs de débitage que l'on avait sous la main, sans chercher à obtenir pour cette mise en œuvre le rendement maximum qu'aurait pu fournir l'adoption d'un matériel perfectionné spécialement étudié en vue du but poursuivi.

On a d'abord débité des barres d'acier, au moyen de simples tours, en effectuant l'opération au moyen d'outils dits « à saigner ». C'est là un procédé un peu rudimentaire quel que soit le nombre des tours affectés à cette besogne initiale dans certaines grandes usines.

Il faut, en effet, se rendre compte du fait que chaque barre d'acier de 82 millimètres de diamètre et de 3 mètres de longueur fournit dix obus de 75 et doit, par conséquent, être découpée en autant de tronçons de 30 centimètres. Pour obtenir quotidiennement 6.000 projectiles de ce calibre, il faut donc débiter 600 barres d'acier brut; on devra donc donner, en vingt-quatre heures, 600 × 9 c'est-à-dire 5.400 traits de scie représentant pour un outil à « saigner » monté sur un tour un parcours total supérieur à 27.000 mètres par jour. Cette besogne exige plusieurs tours.

Un grand nombre des adjudicataires qui ont soumissionné des livraisons d'obus pour le ministère des Munitions ont préféré utiliser des machines à scier les métaux employant soit des disques circulaires dentés,

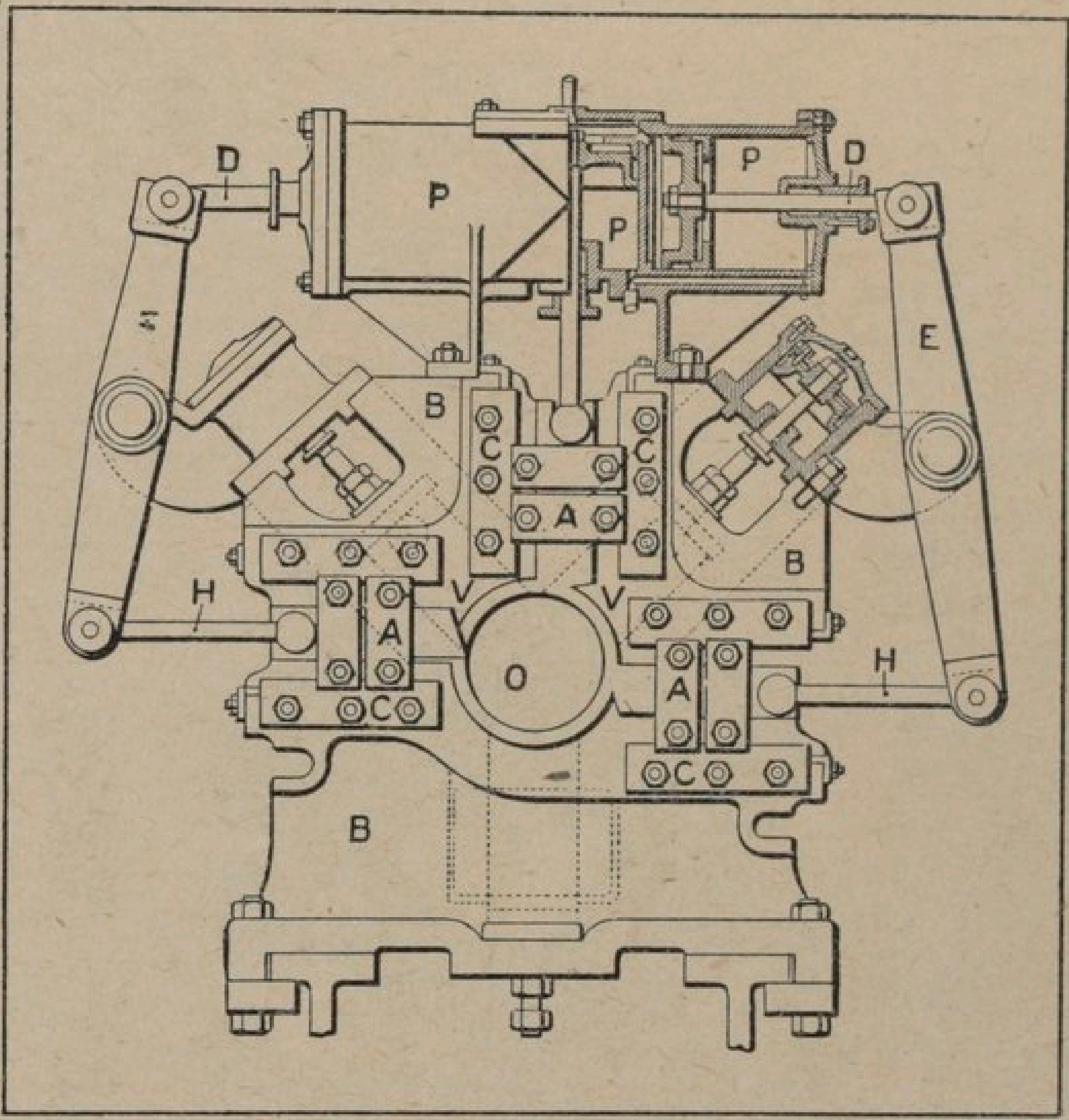
soit plutôt des lames animées d'un mouvement alternatif suffisamment rapide.

Ce dernier mode de débitage permet d'atteindre des résultats déjà très satisfaisants, car en accouplant dix lames de scie alternatives montées sur un même bâti et séparées par des intervalles de 30 centimètres, un seul ouvrier peut découper une barre de 3 mètres en dix tronçons avec un déchet de métal extrêmement minime.

L'emploi des scies à disque ou à lame présente toutefois l'inconvénient de donner lieu à une importante consommation d'outillage, car l'usure des dents est rapide et le remplacement des outils fait perdre un temps appréciable aux ouvriers qui conduisent les machines, d'où une diminution correspondante du rendement théorique de ces appareils.

On a donc cherché à opérer le tronçonnage au moyen de machines puissantes, agissant par pression transversale sur les fibres longitudinales des barres qu'il s'agit de découper. En accouplant sur un même bâti un certain nombre de ces tronçonneuses à pression hydraulique ou pneumatique, on réalise la même capacité de débitage qu'avec une scie multiple, sans être astreint à remplacer aussi fréquemment les outils de travail.

Il importe aussi que les barres d'acier provenant des laminoirs puissent être introduites directement dans les tronçonneuses sans avoir à subir aucune opération préalable de redressement, si elles se sont cintrées soit pendant le laminage, soit au cours du refroidissement, ou encore par suite des manutentions subies pendant leur transport d'une usine à l'autre. Le redressage des barres est, en effet, une opération délicate et coûteuse qui ne saurait être entreprise dans des ateliers où on consomme par jour plus de 1.800 mètres courants d'acier laminé.



COUPE D'UNE TRONÇONNEUSE A TROIS OUTILS ET A LUNETTE PNEUMATIQUE POUR GROSSES BARRES

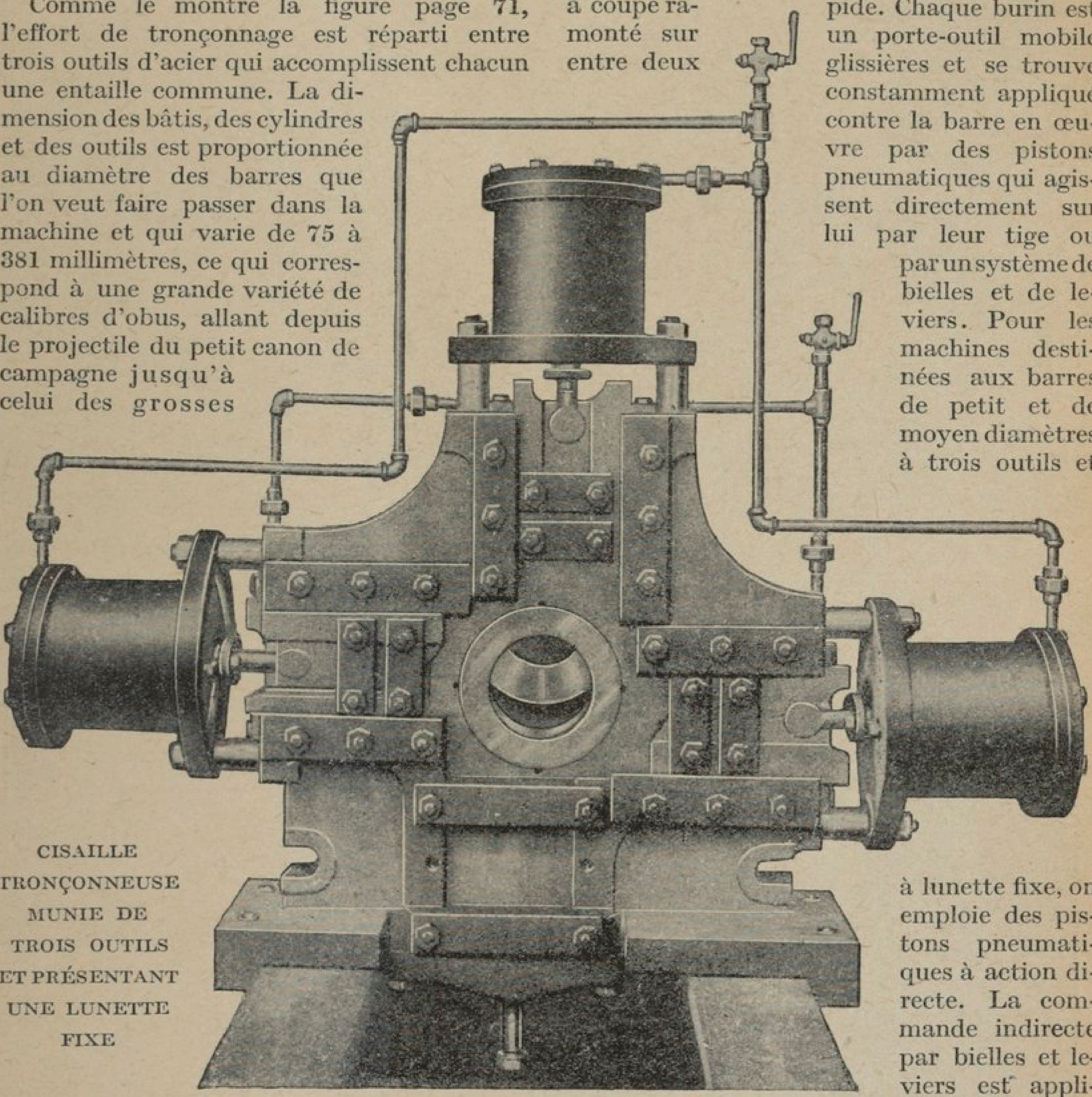
La machine est formée d'un bâti d'acier coulé très robuste B *au centre duquel est ménagé un trou circulaire* O. *Les outils tronçonneurs, qui font saillie sur le bord de ce trou central, sont montés chacun sur un porte-outils* A, *mobile entre deux glissières* C. *Ces outils sont constamment appliqués contre la barre à découper par des pistons pneumatiques* P *agissant directement par leur tige* D *et par l'intermédiaire de leviers* E *et de bielles* H. *Les machines à tronçonner les grosses barres comportent deux demi-lunettes pneumatiques* V *permettant de couper des barres légèrement déformées, sans redressement préalable.*

On a trouvé très pratique de monter les éléments de tronçonneuses les uns à côté des autres sur des bancs à glissières, par l'intermédiaire de patins qui permettent de les écarter à volonté et, par suite, de modifier à la demande la longueur des lopins de barre découpés. Chaque machine est immobilisée sur le banc par des boulons de blocage qui coincent les *lardons des guides* sur leur glissière.

Etant donné le mode de travail de ces tronçonneuses, qui agissent par pression directe de l'outil sur la barre à découper, leur bâti doit résister à des efforts considérables. Aussi exécute-t-on en acier coulé le corps de la machine, auquel on donne assez d'épaisseur pour le rendre très robuste. Au centre du bâti se trouve le trou circulaire qui livre passage à la barre en œuvre, trou que l'on garnit à son entrée d'une lunette de guidage, dont le diamètre est le même que celui de la barre à débiter. On évite les ruptures de bâti en commandant les outils de découpage par un système de bielles reliées à des pistons qui se déplacent dans des cylindres sous l'action de l'air

comprimé fourni par une batterie de pompes spéciales. En effet, si l'outil attaque, a un moment donné, une barre mal dressée, le matelas d'air comprimé qui se trouve dans le cylindre correspondant peut céder suffisamment pour empêcher toute rupture.

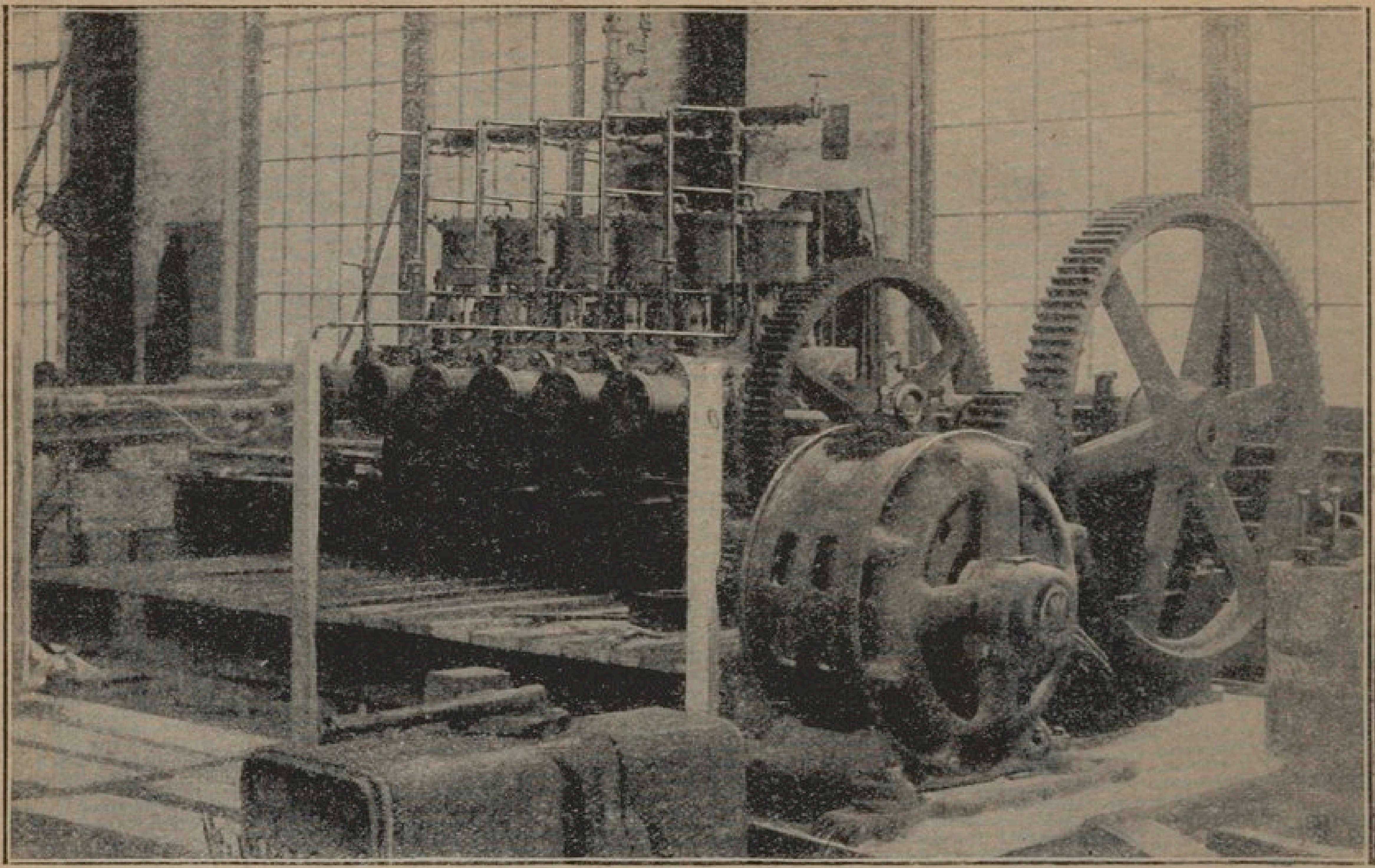
Comme le montre la figure page 71, l'effort de tronçonnage est réparti entre trois outils d'acier qui accomplissent chacun une entaille commune. La dimension des bâtis, des cylindres et des outils est proportionnée au diamètre des barres que l'on veut faire passer dans la machine et qui varie de 75 à 381 millimètres, ce qui correspond à une grande variété de calibres d'obus, allant depuis le projectile du petit canon de campagne jusqu'à celui des grosses pièces de marine. On constitue dans chaque usine des bancs de tronçonneuses auxquels on confie des travaux toujours identiques, de manière à ne pas diminuer leur rendement par les modifications incessantes qu'il faudrait apporter à chaque batterie de découpage si l'on faisait varier la longueur et le diamètre des barres traitées par chacune d'elles. On a trouvé commode d'adopter trois modèles différents de tronçonneuses. L'une peut admettre des barres de 75 à 150 millimètres ; l'autre reçoit des aciers de 150 à 250 millimètres de diamètre ; enfin la troisième et la dernière est destinée aux gros projectiles de l'artillerie lourde variant de 250 à 380 millimètres de diamètre.



CISAILLE TRONÇONNEUSE MUNIE DE TROIS OUTILS ET PRÉSENTANT UNE LUNETTE FIXE

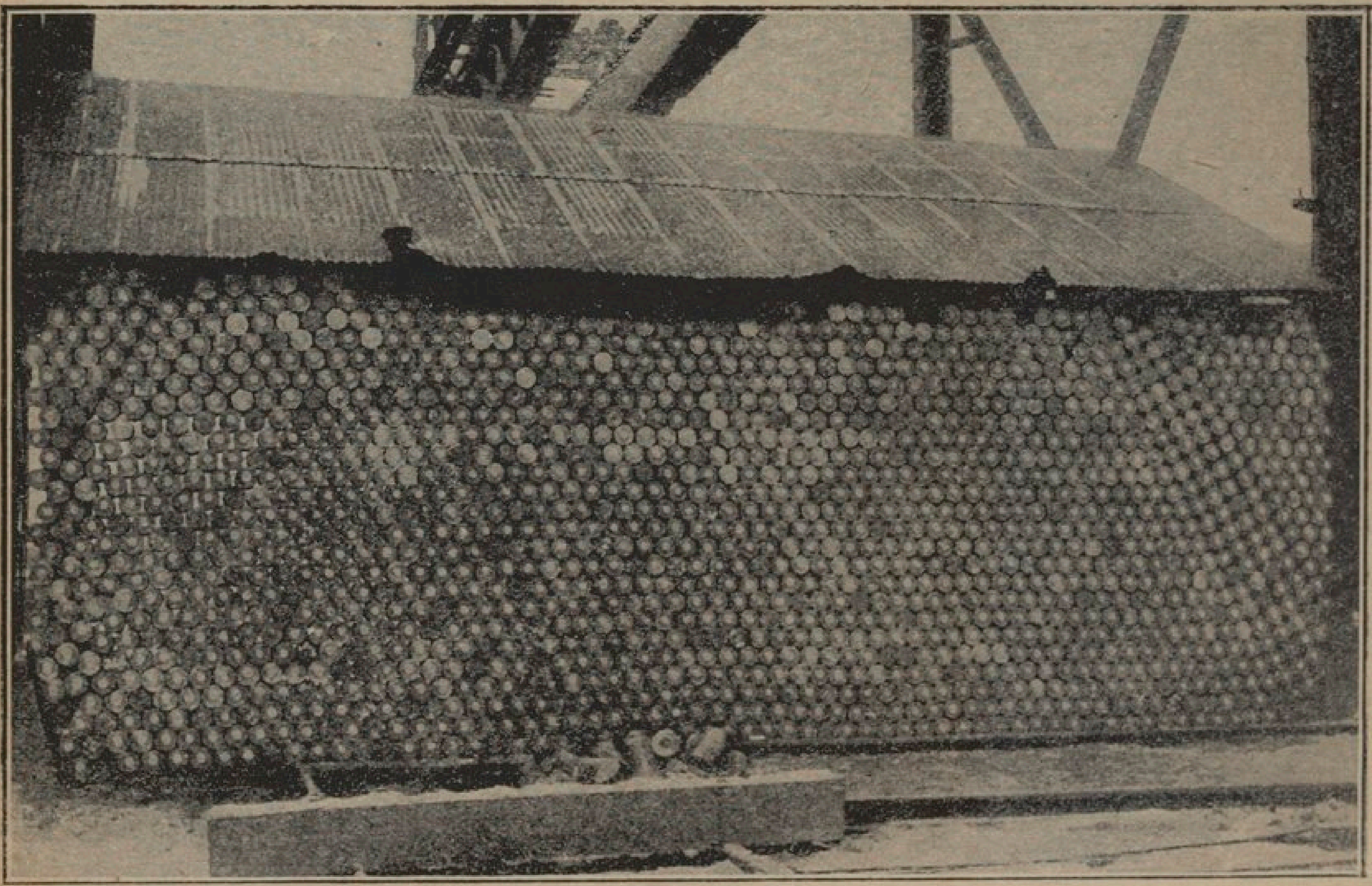
Les outils tronçonneurs qui font saillie sur le bord du trou central sont en acier ordinaire avec un bec rapporté en métal dur à coupe rapide. Chaque burin est monté sur un porte-outil mobile entre deux glissières et se trouve constamment appliqué contre la barre en œuvre par des pistons pneumatiques qui agissent directement sur lui par leur tige ou par un système de bielles et de leviers. Pour les machines destinées aux barres de petit et de moyen diamètres à trois outils et à lunette fixe, on emploie des pistons pneumatiques à action directe. La commande indirecte par bielles et leviers est appliquée exclusivement aux outils horizontaux, et diamétralement opposés, des machines à tronçonner les grosses barres dont l'une est représentée schématiquement page 72. Ces dernières sont également à trois outils et comportent une lunette pneumatique formée de deux parties mobiles, ce qui permet de travailler des barres légèrement déformées suivant leur longueur sans avoir à les redresser.

Chaque groupe de machines est muni d'un mécanisme d'entraînement qui communique à la barre un déplacement de translation combiné avec un mouvement



TRONÇONNEUSE A SIX CISAILLES MUE ÉGALEMENT PAR L'AIR COMPRIMÉ

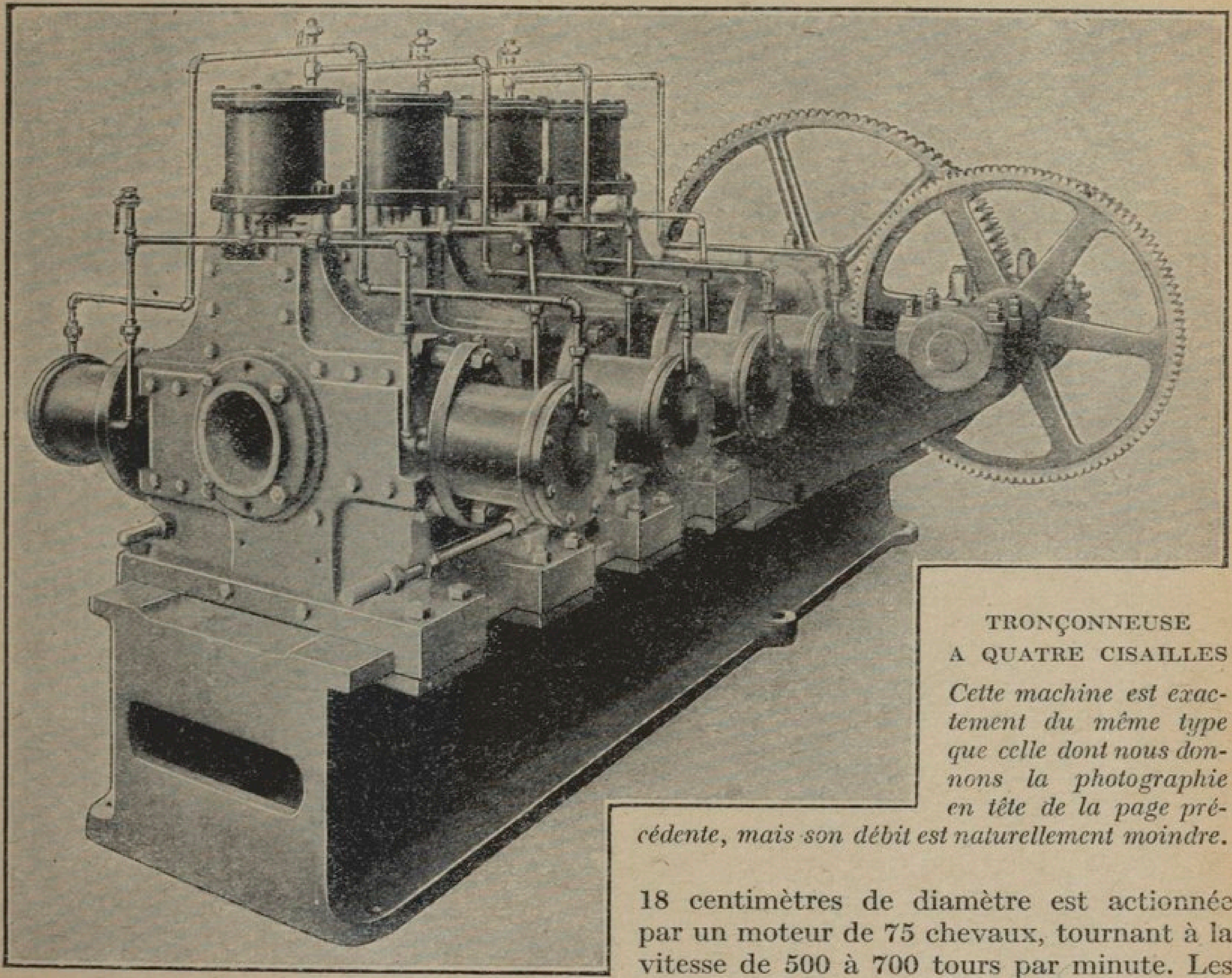
Cette machine coupe avec une extraordinaire facilité des rondins d'acier de 15 centimètres de diamètre destinés à la fabrication des obus de moyen calibre.



LE TRAVAIL ACCOMPLI EN DOUZE HEURES PAR UNE TRONÇONNEUSE

La puissante machine a débité 1500 lopins d'acier dont chacun servira, après avoir passé au tour, à constituer le corps d'un projectile de petit calibre.

de rotation continu. Dans les machines à commande indépendante, le mécanisme d'entraînement de la barre se compose d'un moteur, d'un renvoi de mouvement avec engrenages retardateurs ainsi que d'un mandrin creux à rouleaux excentrés destinés à saisir la barre. Toute cette machinerie est montée sur un socle transversal disposé à l'une des extrémités du banc commun sur lequel sont assujetties les tronçonneuses.



TRONÇONNEUSE A QUATRE CISAILLES

Cette machine est exactement du même type que celle dont nous donnons la photographie en tête de la page précédente, mais son débit est naturellement moindre.

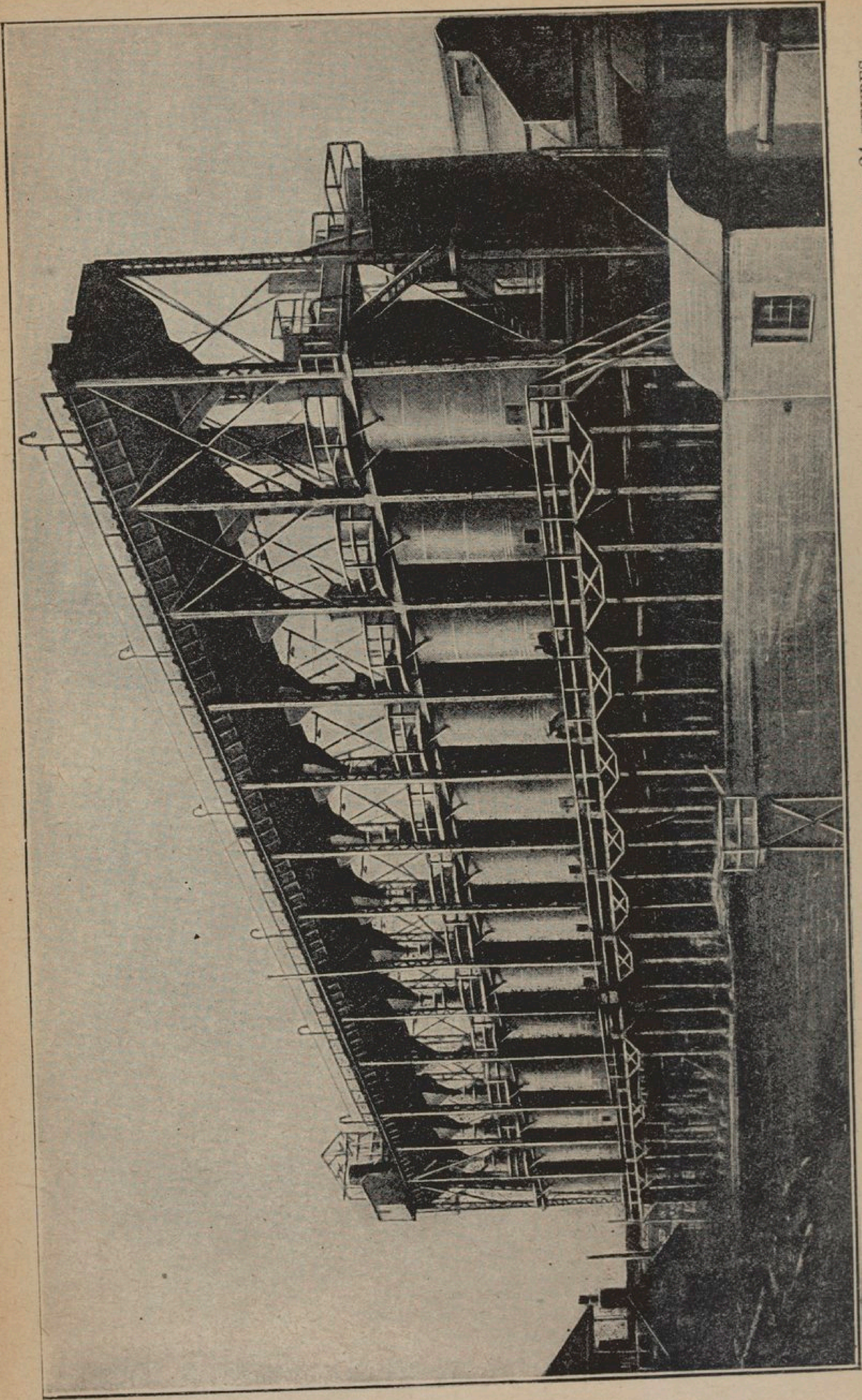
La pression de l'air qui actionne les pistons de commande des outils est d'environ 5 kilogrammes par centimètre carré, tandis que cette pression est réduite à un peu moins de 3 kilogrammes pour les pistons de commande des lunettes pneumatiques à éléments multiples employées dans les grosses machines. Les cylindres à air sont tous à double effet et le déplacement des pistons peut être contrôlé par un robinet à quatre voies relié à une tuyauterie spéciale, ce qui permet à l'ouvrier de ramener les outils au repos dès que le travail de découpage est terminé.

La vitesse de coupe est d'environ 50 centimètres par seconde pour des aciers contenant de 0,45 à 0,55 0/0 de carbone. On peut exprimer la durée de chaque opération de tronçonnage en secondes pour chacune de ces machines par la formule $t=0,55 \times d^2$ dans laquelle t représente la durée du découpage en secondes et d le diamètre de la barre à tronçonner en centimètres.

L'inconvénient de cet outillage à grande production est de consommer une force motrice considérable. Une tronçonneuse à six éléments pour barres d'acier de 12 à 18 centimètres de diamètre est actionnée par un moteur de 75 chevaux, tournant à la vitesse de 500 à 700 tours par minute. Les batteries de puissance intermédiaire sont commandées par des machines de 100 chevaux pour obtenir un rendement maximum avec les grosses batteries de tronçonneuses à six outils pouvant admettre des aciers laminés ayant de 250 à 381 mm. de diamètre.

Pour donner une idée de la puissance de travail d'une batterie de six tronçonneuses, on peut dire qu'une installation de ce système pourrait découper, en vingt-trois heures de travail, 4.000 tronçons pris dans des barres de 140 millimètres de diamètre. C'est évidemment une production très supérieure à celle que l'on atteindrait par les procédés basés sur l'emploi des tours ou des scies à lames à mouvement alternatif.

Charles PERSIER



BATTERIE DE GAZOGÈNES A TOURBE « MOND » (32.000 CHEVAUX) POUVANT GAZÉIFIER 200 TONNES DE TOURBE EN 24 HEURES

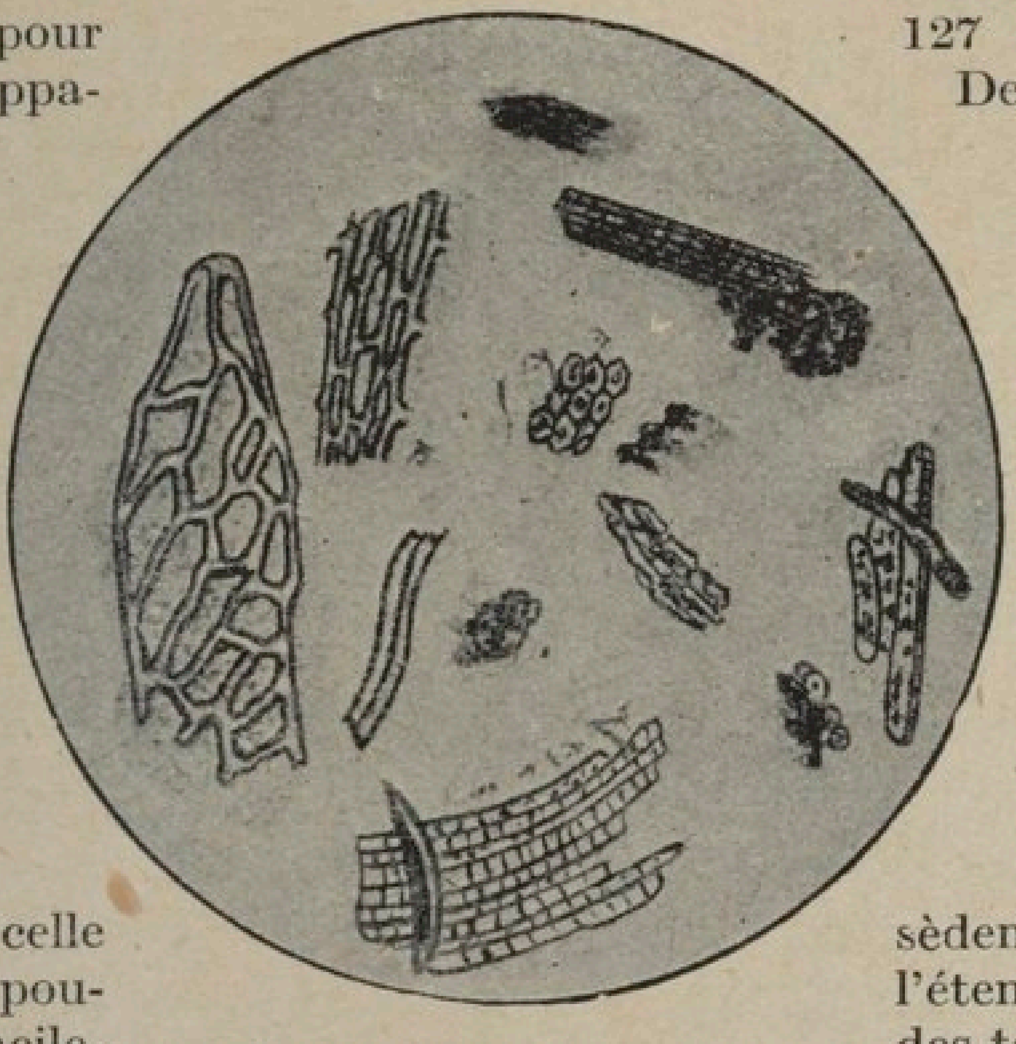
Cette puissante installation est alimentée par de vastes silos surélevés d'où le combustible tombe automatiquement dans les cuves des gazogènes.

FAUTE DE CHARBON
BRULONS DE LA TOURBE

Par Pierre de MONTGOLFIER

La disette du charbon cause dans tout le pays les plus vives alarmes. Les usines travaillant pour la défense nationale sont à peu près les seules — et il faut s'en féliciter — qui soient alimentées régulièrement, et suivant leurs besoins, en combustible minéral. Les autres entreprises n'ont que peu ou point de charbon ; quant aux particuliers, la houille est devenue pour eux d'une telle rareté que le problème du chauffage pour l'hiver prochain leur apparaît aujourd'hui de plus en plus insoluble.

Dans les villes, il est encore possible de se procurer par-ci par-là de faibles quantités de charbon, mais celui-ci fait à peu près défaut dans les campagnes, malgré le bon vouloir des groupements charbonniers départementaux. Et cependant, la situation des citadins est moins enviable que celle des ruraux, ces derniers pouvant se procurer assez facilement du bois pour le chauffage et pour la cuisine. Et le sort des campagnards serait tout à fait satisfaisant si, à l'exemple de trop rares municipalités, les autorités départementales faisaient mettre en exploitation les nombreuses tourbières qui existent en France, et qui constituent de véritables trésors, hélas ! dédaignés.



TOURBE FRAICHE VUE AU MICROSCOPE

Les cellules sont remplies et entourées d'une substance gélatineuse appelée hydrocellulose qui les colle les unes aux autres et retient énergiquement l'eau qu'elles contiennent.

La tourbe était déjà utilisée sous les Romains, car Pline parle de la « terre combustible » de Chauci, mais, d'années en années, le prix de la houille descendit assez bas, et il s'ensuivit que la tourbe fut de moins en moins exploitée dans notre pays.

Voici la preuve certaine de cette décroissance d'après la plus récente statistique officielle générale du service des Mines :

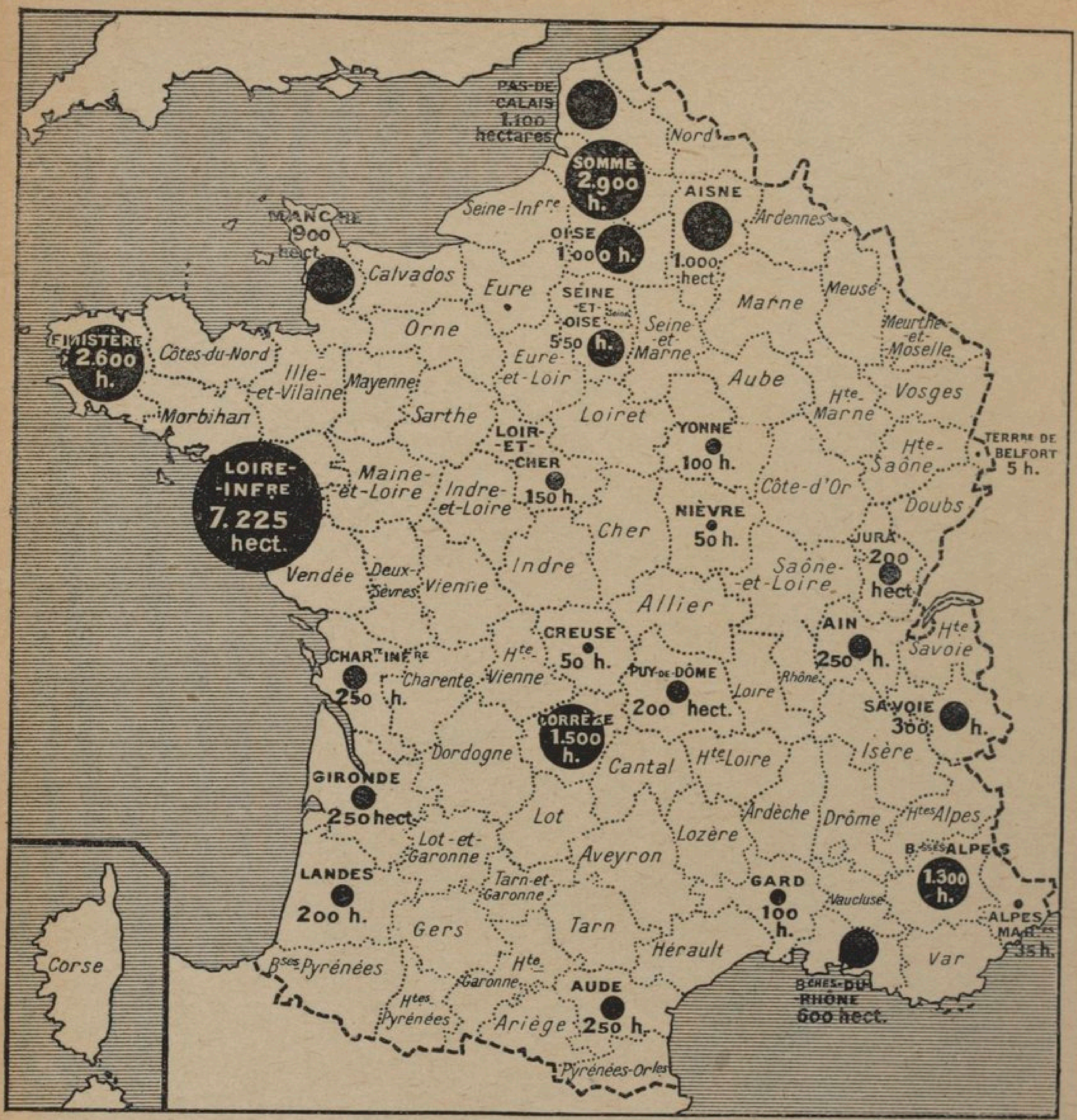
	Tonnes.
En 1908, il était extrait en France....	80.000
En 1909 — — —	78.600
En 1913 — — —	58.521

Ces 58.521 tonnes représentent une valeur de 735.674 francs, soit en moyenne 12 fr. 57 par tonne. Cette tourbe provenait de 199 tourbières particulières et de 127 tourbières communales.

Depuis 1913, la production a encore baissé. On n'est pas exactement renseigné en France sur le tonnage en tourbe, ni même sur la superficie de nos tourbières et de nos prairies tourbeuses, assez difficilement dénombrables et démarquables. Nos statistiques datent de l'Empire, et les ministères des Travaux publics et de l'Agriculture ne possèdent rien de bien précis ni sur l'étendue, ni sur la profondeur des tourbières françaises.

MM. Deshayes, Decroze et Ternois députés, ont présenté, le 14 mars 1917, une proposition invitant le gouvernement à faire une statistique de nos tourbières et à mettre celles-ci en exploitation par voie de réquisition.

J'ai trouvé d'anciennes statistiques qui parlaient de 60.000 hectares de tourbières réparties dans 48 départements ; d'autres, plus modernes, *(Grande Encyclopédie)* qui ne mentionnaient que 38.392 hectares répartis dans 31 départements. Dans beaucoup d'endroits, la surface cultivable a été augmentée et, de ce fait, l'étendue de nos tourbières a été très sensiblement diminuée en fait ou superficiellement.



CARTE GÉNÉRALE DES RÉGIONS TOURBEUSES DE LA FRANCE

Cette carte a été dressée à l'aide de documents déjà anciens, les seuls que l'on possède à l'heure actuelle ; elle n'est donc qu'approximative. En effet, la superficie d'un grand nombre de tourbières françaises n'a pas encore été évaluée.

En se basant sur 50.000 hectares ayant une profondeur de 3 mètres, cela donnerait 1.500 millions de m. c., soit 300 millions de tonnes de tourbe sèche, à raison de 5 mètres cubes pour une tonne de tourbe sèche.

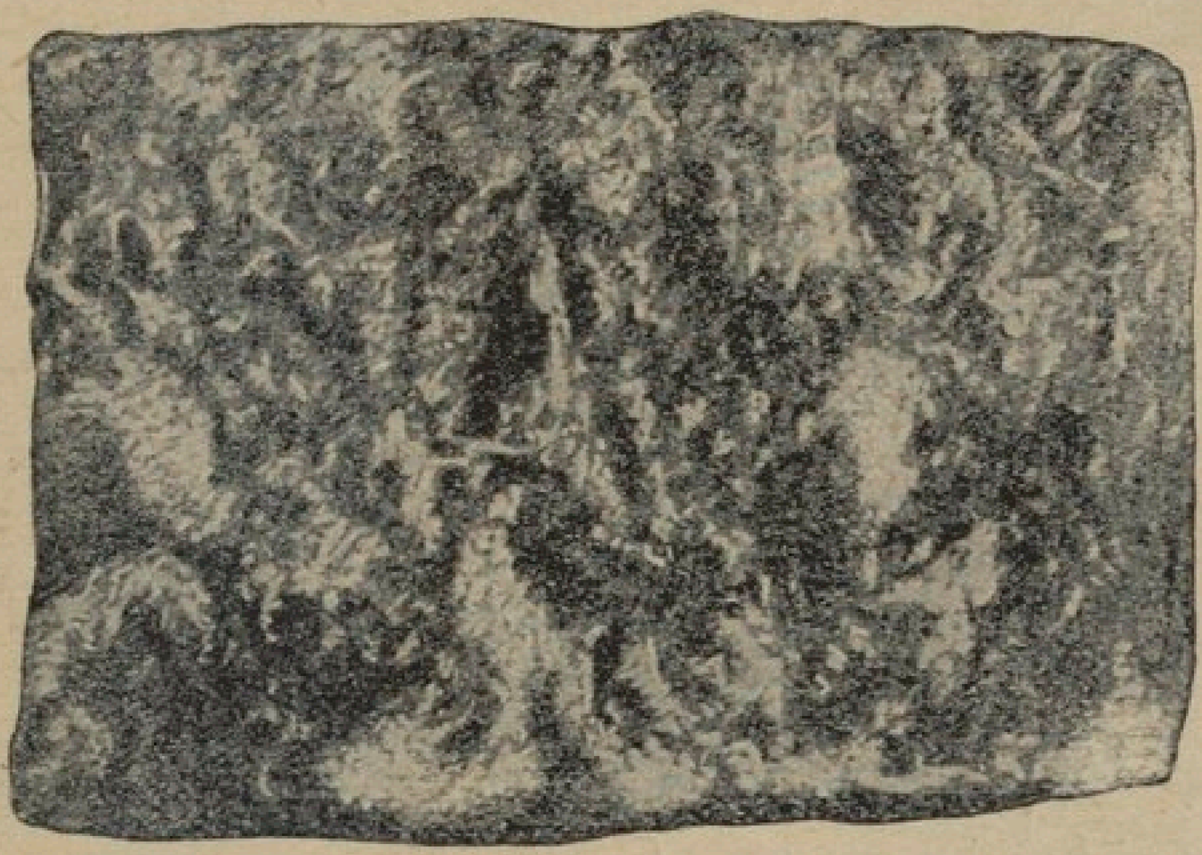
Ces 300 millions de tonnes de combustible de surface seraient un appoint considérable pour notre pays qui, en houille, a un déficit annuel d'extraction de 20 millions de tonnes environ. La production du combustible donnant de la force mécanique a d'autant plus d'importance en France que nous manquons généralement de main-d'œuvre.

Dans l'*Enseignement Psychologique de la guerre*, G. Lebon nous démontre que la prospérité et la force de l'Allemagne sont dues à sa production en combustible. De 26 millions de tonnes en 1870, cette production est passée à 190 millions de tonnes en 1913, tandis que nous n'extrayions en 1913 que 40 millions de tonnes. Une grosse partie du lignite et de la houille allait à la distillation, qui a donné une prospérité considérable à l'industrie chimique en Allemagne.

En France, nous ne distillons ni la tourbe, ni le lignite, et nous devons organiser cette

industrie afin de ne plus être tributaires de l'étranger pour la fabrication de nos couleurs, produits chimiques, explosifs, etc.

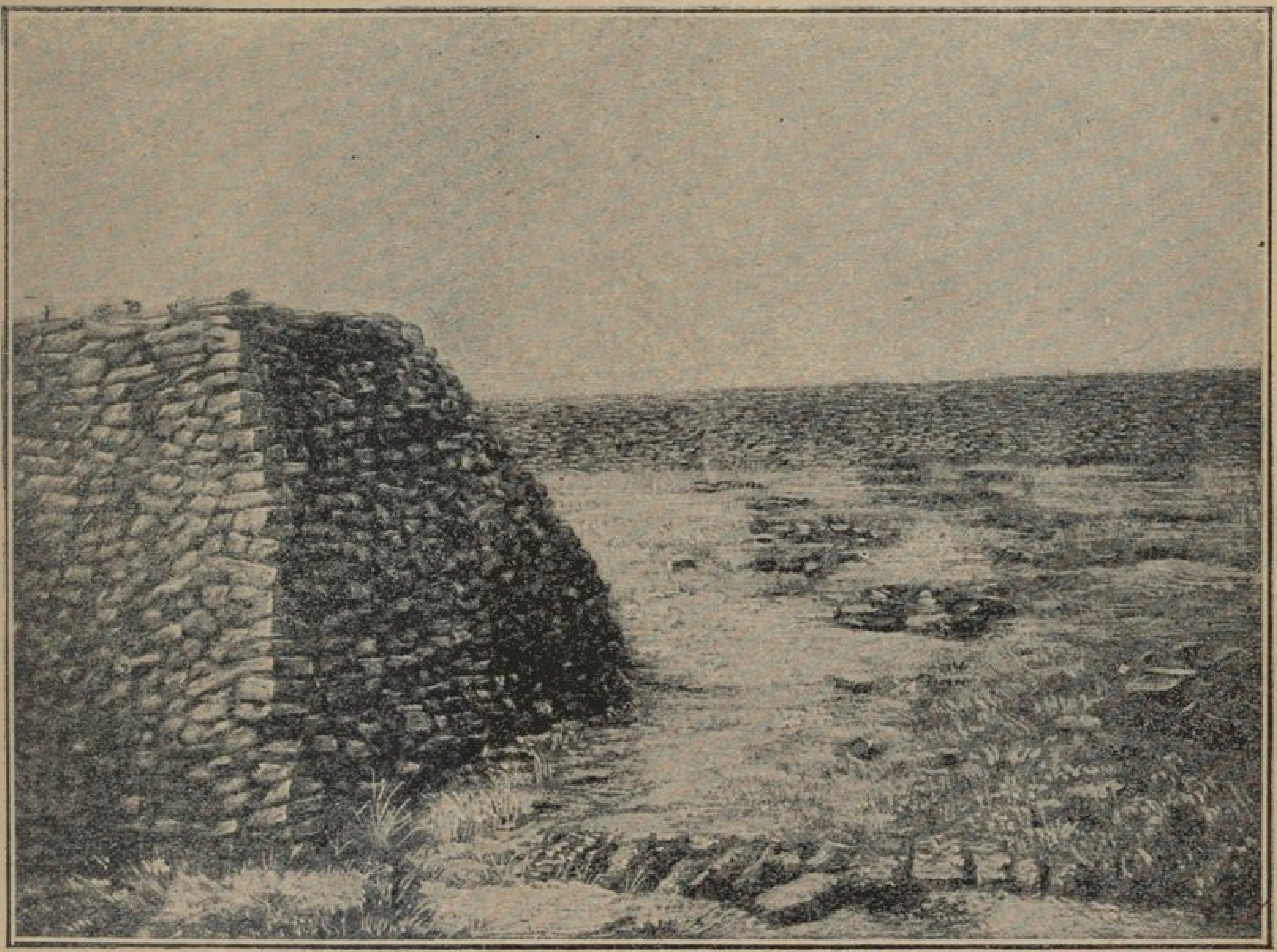
Au point de vue rendement mécanique comparé, G. Lebon compte qu'un homme peut produire un effort de 6 kilogrammètres par seconde pendant huit heures, ce qui correspondrait au rendement mécanique de deux tiers d'un kilo de houille qui, transformée en force, donne une tonne de houille, et remplace l'effort mécanique de cinq hommes pendant environ un an.



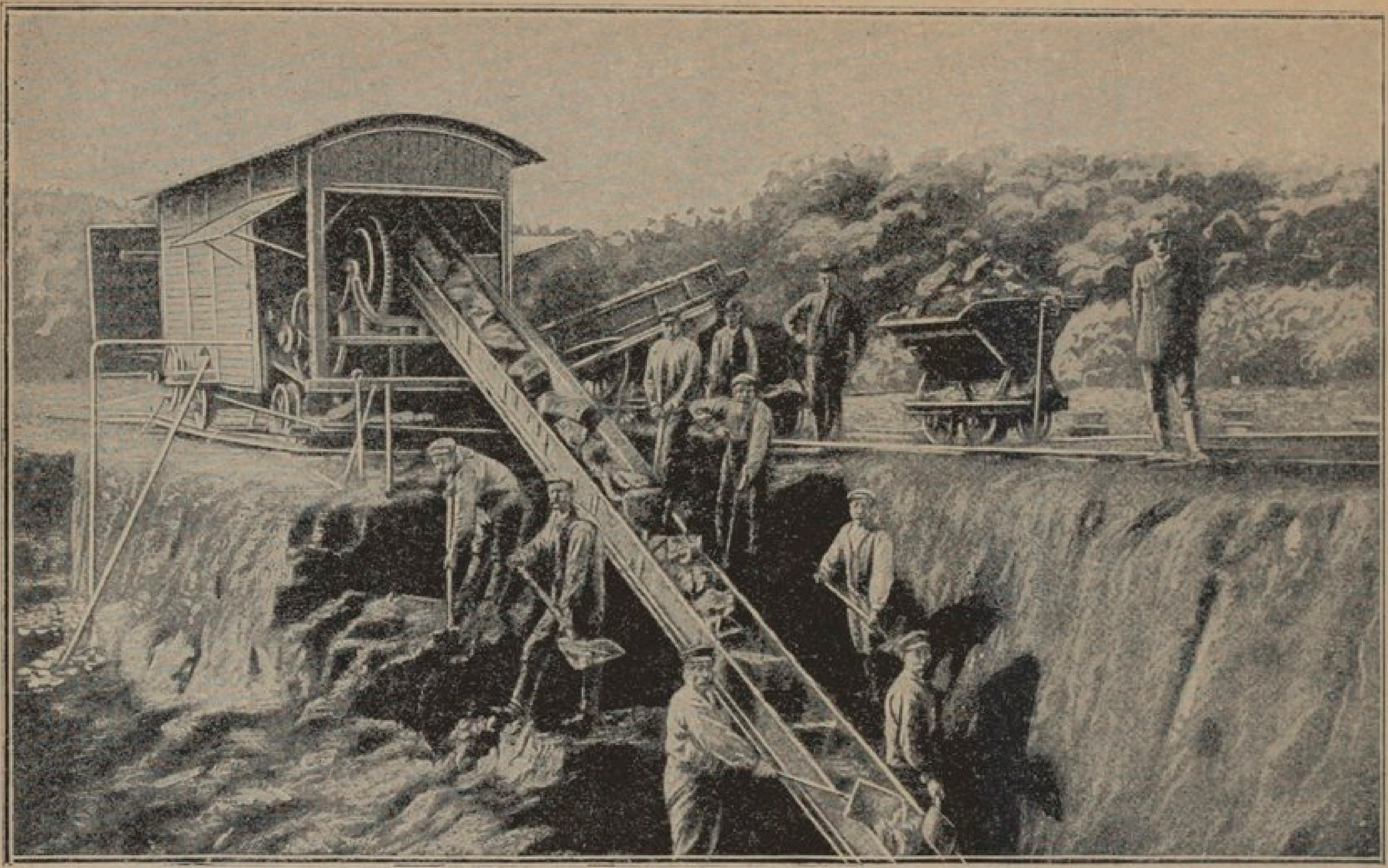
FRAGMENT DE TOURBE DE MOUSSE « JEUNE »
On appelle ainsi la tourbe prélevée dans des couches de formation récente.

Etant donné que la tourbe a un rendement moitié moindre que la houille, une tonne de tourbe fournirait le travail mécanique minimum de deux hommes. Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre de vague indication, pour montrer l'importance du combustible, quoique j'envisage que la distillation de la tourbe intéressant la Défense nationale est beaucoup plus importante, de même que son utilisation dans les foyers domestiques, car c'est un combustible de ménage propre, économique et facilement maniable.

Le service des mines des Etats-Unis a envoyé en Europe des ingénieurs américains : Nytrom et Ch.-A. Davis, pour se rendre compte des ressources que la tourbe pouvait fournir dans les régions manquant de charbon comme l'Alaska, le Wisconsin, le New Hampshire, etc., et où la tourbe est abondante. L'enquête à laquelle ils se sont



SÉCHAGE DE LA TOURBE EN TAS, AU GRAND AIR, SOUS L'ACTION DU SOLEIL



MODE D'EXPLOITATION DES GISEMENTS TOURBEUX EN SCANIE (SUÈDE)

livrés leur a montré qu'il était extrait de l'Europe du Nord, 10 millions de tonnes de tourbe. Dans ce chiffre, nous occupons une bien petite place, car, en France, nous nous désintéressons de cette question et nos exploitations sont vraiment trop primitives.

Prenons, par exemple, l'Aube, qui est un département éloigné des principaux bassins houillers français et qui a de grands besoins de combustible pour les 18.000 chevaux-vapeur employés par son industrie.

En 1846, il y était extrait péniblement 1.846 quintaux métriques de tourbe ;

En 1910, 116 mètres cubes seulement ;

En 1914, l'extraction était nulle.

A Boulages et Trainel, le prix de revient n'était pourtant que de 7 fr. 50 la tonne.

Il y a de la tourbe dans les vallées de la Seine, de l'Ourcq, de l'Auron, de la Barbuise, de la Vanne, etc... Ce ne sont pas les tourbières qui manquent en France, puisqu'il y en a plus de 50.000 hectares, et le combustible minéral y étant rare, la tourbe devrait être recherchée pour la consommation locale, d'où économie de transports et modicité de prix.

La loi du 21 avril 1810 (art. 3) relative à l'exploitation des tourbières n'est pas non plus un empêchement, puisqu'une simple demande à la préfecture suffit pour obtenir une autorisation. Les tourbières ne sont pas concessibles comme les mines de houille.

Ce qui manque en France c'est une Ecole d'ingénieurs tourbiers comme en Russie, c'est un Comité d'études pour l'utilisation à tous points de vue de la tourbe, c'est également l'initiative des producteurs de tourbe.

La plus grande partie des tourbières se trouve entre les mains des communes qui en réservent l'exploitation à leurs administrés, de telle sorte que les personnes étrangères à ces communes ne peuvent obtenir une autorisation que très difficilement. D'autre part, les exigences des propriétaires de tourbières sont souvent trop grandes et croissent encore quand ils sont documentés sur la valeur de la tourbe.

Les prix de vente des terrains tourbeux varient entre 500 fr. et 25.000 fr. l'hectare. Ces derniers prix sont exagérés et absolument prohibitifs, car on doit obtenir la tourbe brute de 0 fr. 10 à 0 fr. 50 le mètre cube.

Nous venons de voir les facilités qu'il y aurait à vulgariser nos ressources en tourbe, combustible de surface, d'une extraction facile. Voyons les avantages de ces exploitations, qui correspondraient à :

1° Diminution de nos importations en houille anglaise, d'où économie de 2 milliards qui quittent définitivement la France par année de guerre, et de 400 à 500 millions en temps de paix, ce qui est déjà trop ;

2° Diminution du fret, de l'encombrement des quais et ports et, par voie de conséquence, amélioration de la crise des transports ;

3° Diminution de la crise du combustible et abaissement du prix de ce dernier ;

4° Possibilité de tirer de la tourbe les engrais et produits chimiques qui nous font défaut ;

5° Augmentation de l'étendue des terres cultivables, car la tourbe est inculte. Dans les tourbières de montagne, on découvrirait la terre vierge cultivable que les Hollandais appellent le « dalgrond », qui est particulièrement fertile, et, de ce fait, la surface cultivable des Pays-Bas a été considérablement augmentée. Dans les tourbières en plaine, qui sont complètement sous l'eau, il serait préférable d'obtenir des étangs poissonneux, d'un meilleur revenu que les tourbières, des cressonnières, etc...

Dans les forêts domaniales, les Eaux et Forêts feraient une bonne opération en laissant enlever cette tourbe, permettant ensuite des plantations productives, tandis que les essais de plantation dans les tourbières non exploitées ont donné, à Bresles notamment, des résultats particulièrement mauvais.

Les progrès de la science nous permettent depuis peu d'utiliser la tourbe humide dans les gazogènes spéciaux et d'en retirer économiquement la force motrice qui nous manque et les sous-produits de la distillation : sulfate d'ammoniaque, acétate de soude, acétate de chaux, acétone, esprit de bois, goudron, etc. J'insiste particulièrement sur ce point de la distillation dans les avantages de l'utilisation de la tourbe, car nous n'avons rien fait en France dans ce sens.

Le *Berliner Tageblatt* nous apprend qu'il y a en Allemagne une « Société de Guerre de la Paille et de la Tourbe ». En temps de paix, il y a la « *Mitteilungen Verein zur Forderung der Moorkultur im Deutschland* ».

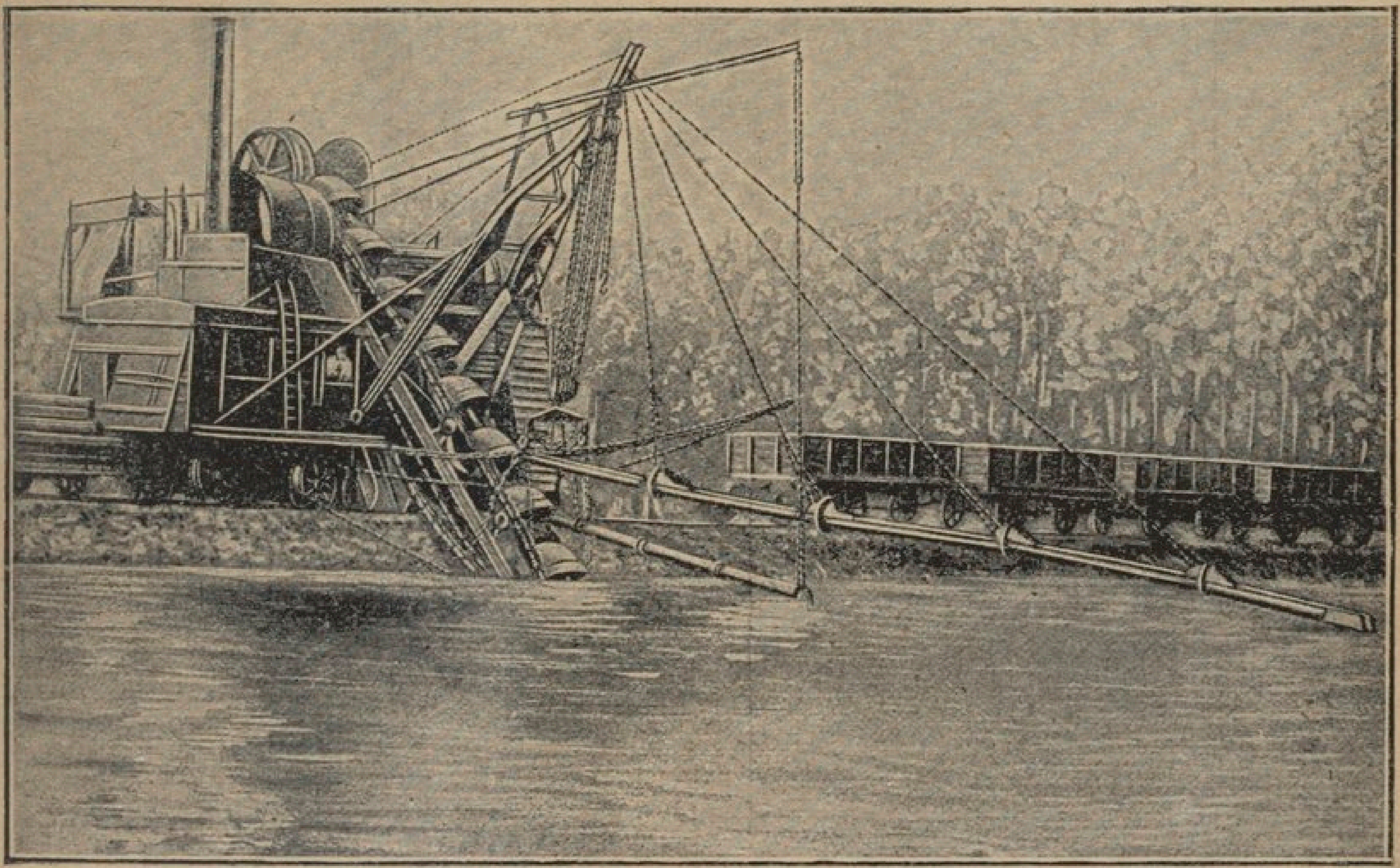
En Italie, il y a la « Société pour l'utilisation du combustible italien ». En Amérique, « l'*American peat Society* ».

En Angleterre, il existe des associations analogues : « *The Irish peat Development* », « *The Irish peat Industry* », « *The United Kingdom peat moss Litter* ». En Suède, il s'est créé il y a longtemps la « *Svenska Mosskulturforeningens Tiskrift, Jonkoping* », etc.

En France, nous n'avons rien d'analogue.

En Russie, en plus de l'école des ingénieurs où l'on enseigne la manière d'exploiter, de travailler, d'employer, d'analyser, etc., la tourbe sans dégrader les tourbières, le gouvernement fait un gros effort pour l'utilisation de cette matière, dont la consommation va en augmentant. Grâce aux subventions de l'administration, depuis 1910 surtout, elle dépasse un million de tonnes par an.

La Russie renferme plus de 36 milliards de tonnes de tourbe sèche qui est extraite à raison d'une redevance de 5 à 35 centimes le mètre cube. Elle revient sur place de 9 à 12 francs la tonne et représente un appoint de 130 % de tout le combustible consommé



LA TOURBE PEUT ÉGALEMENT ÊTRE EXTRAITE AU MOYEN D'UNE DRAGUE

dans certaines régions. En France, nous ne produisons pas en tourbe 1 % de notre consommation générale de combustible.

La tourbe couvre 7 % de la surface de la Russie, 20 % de la Finlande, 4,24 % de l'Allemagne, 12,50 % de la Suède ; il n'y aurait rien de surprenant à ce qu'elle couvrît 1 % de la France, puisque nous avons des tourbières d'un seul tenant de 3.000 hectares, et même de 5.000 hectares de superficie.

La puissance calorifique de la tourbe pour le chauffage des chaudières égale celle du bois sensiblement ; pratiquement, on compte qu'elle produit 2 k. 500 à 3 kilos de vapeur.

Pour le chauffage domestique, la tourbe peut être employée dans des salamandres, poêles, fourneaux de cuisines, etc.; la combustion est uniforme et se fait très lentement, mais il faut s'abstenir totalement de remuer les cendres pendant la combustion.

Distillation

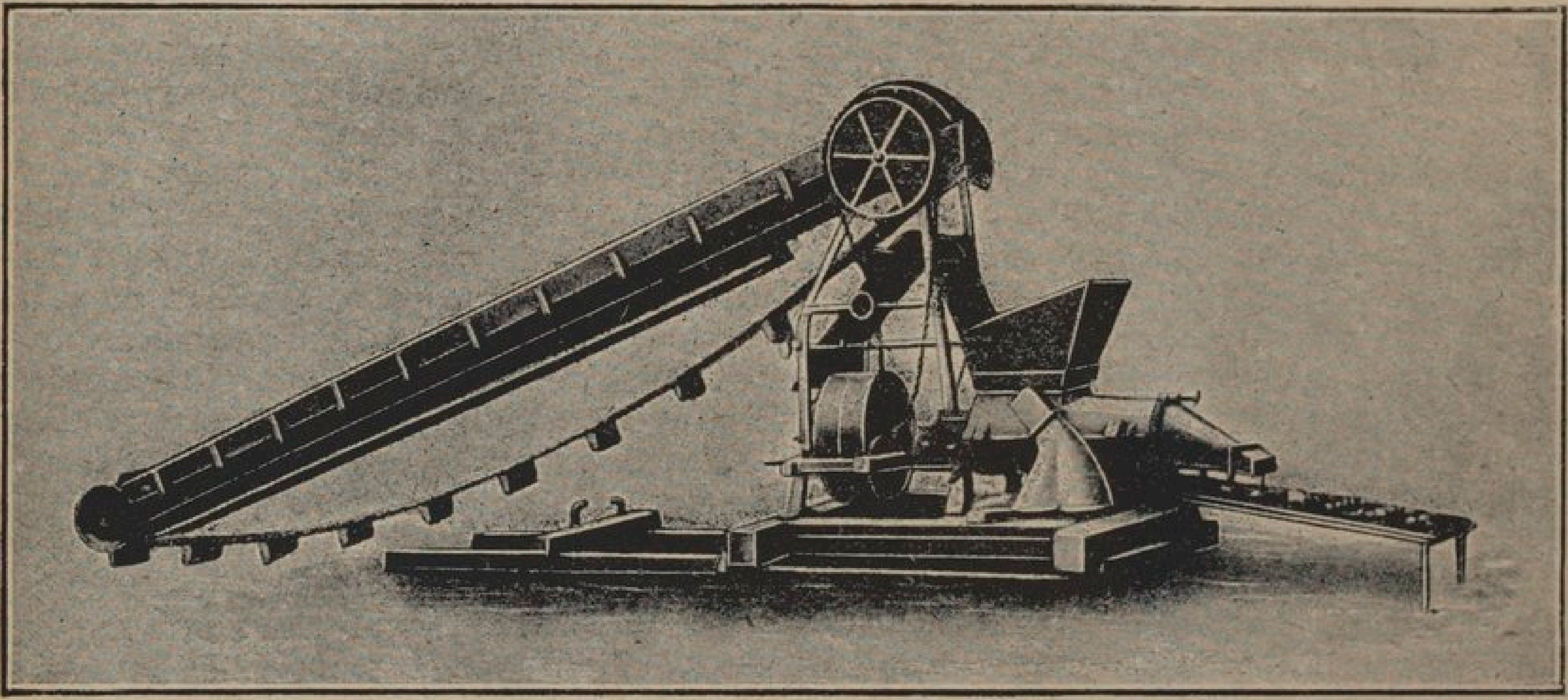
La distillation de la tourbe est très intéressante; Collart a trouvé 400 mètres cubes à la tonne d'un gaz propre à l'industrie, mais d'un très faible pouvoir éclairant.

Le Dr Duisberg, directeur des Etablissements Bayer et Cie, d'Elberfeld, au congrès de chimie de New-York, en 1912, affirmait qu'à Schweger Moor, une tonne de tourbe sèche donnait 2.500 à 3.600 mètres cubes de gaz avec 1.000 à 1.300 calories, soit une énergie de 1.000 HP heures égale à 700 kilowatts.

En plus de 35 kilos de sulfate d'ammoniaque et pour 1 %, d'azote, la distillation de la tourbe donne 6 à 7 ½ % de goudron.

Le pourcentage de coke est de 33 à 40 %, d'après le procédé Ziegler et il était vendu en Allemagne de 30 à 60 marks la tonne à l'industrie chimique ou métallurgique. Il serait facile de faire distiller dans nos usines à gaz 5 à 10 % de tourbe mélangée à de la houille, de manière à enrichir nos eaux ammoniacales et augmenter notre production en acide nitrique nécessaire à la défense nationale, pour le nitrage des cotons-poudre.

La « Power Gas Corporation Co » emploie les gaz pauvres de la tourbe comme force motrice; elle les utilise en même temps dans des gazogènes « Mond », qui recueillent les principaux sous-produits de la distillation.



AUTRE SYSTÈME DE MACHINE A DRAGUER POUR L'EXTRACTION DE LA TOURBE

D'après Péclet, la puissance calorifique de la bonne tourbe séchée à l'étuve est de 5.191 à 5.461 calories. D'après Tresca, la tourbe, carbonisée ou sèche, renferme 5.000 calories ; son volume est alors cinq fois et demi plus grand, comparé à celui de la houille. La tourbe avec 20 % d'eau donne 4.000 calories, ce qui est très appréciable.

Dans les analyses suivantes, il est tenu compte de 18/20 % d'eau, car la tourbe, même sortie de l'étuve, reprend ladite humidité au contact de l'air. Elles donneront une idée générale de la valeur des différentes tourbes.

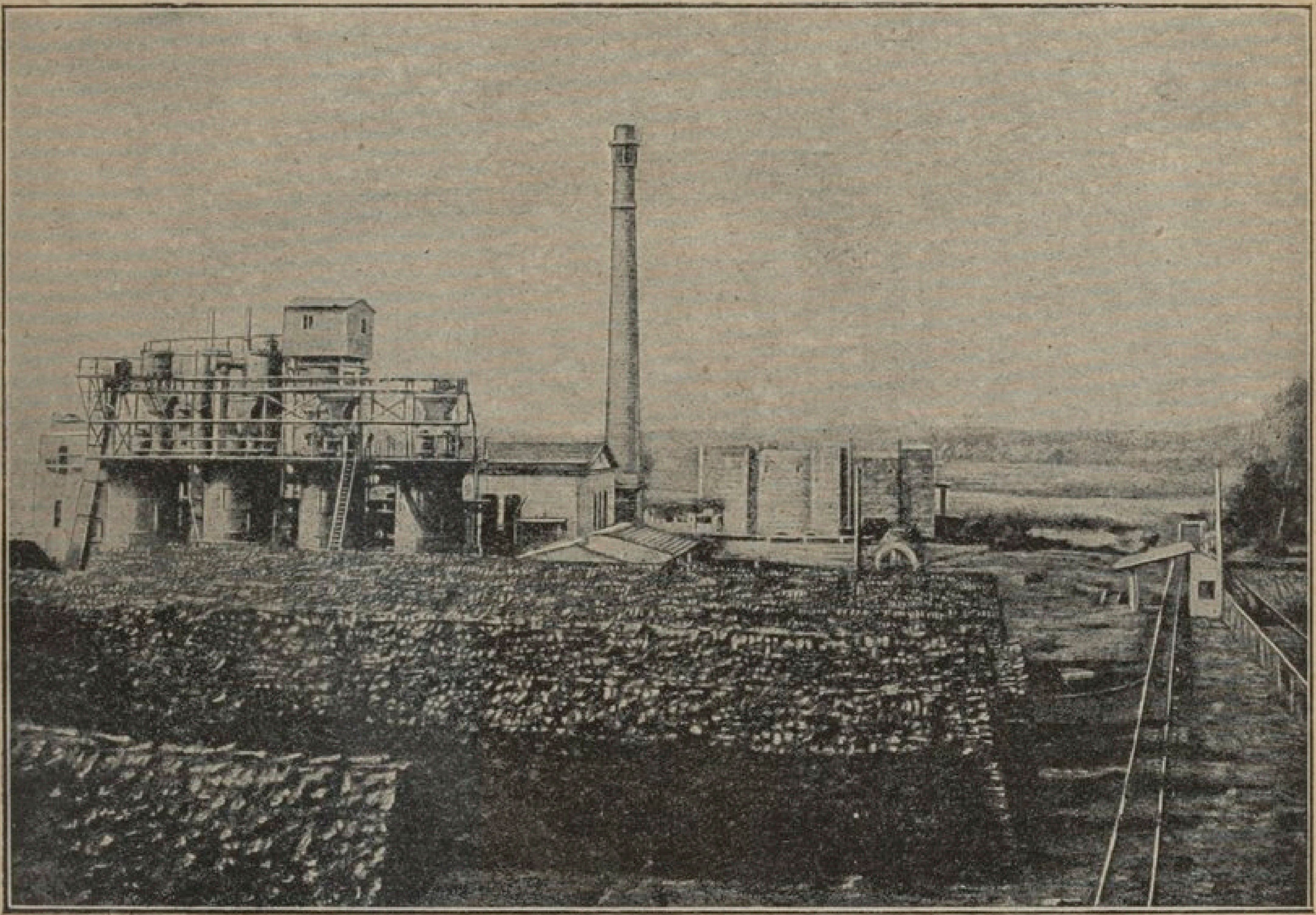
	Calories.
La tourbe de Bresles noire renferme.	4.774
— — moussue	3.957
— Chésy 1e	4.490
— — 2e.	3.914
— Bourdon 1e.	4.232
— Cramon	4.132
— Long	4.100
— Vulcaire	4.050
— Champ de feu.........	4.080
— moyenne de tous pays à la main..........	3.250

Voici ce que dit à ce sujet le Bulletin de la Société des Ingénieurs civils sur les installations faites dernièrement à Orentano et Cadigoro (Italie) par la « Società per l'utilizzazione del combustibile italiano » :

« La tourbe, convenablement séchée et broyée, est envoyée dans un four à cuve de 8 à 10 mètres de haut, qui est le gazogène et qu'on alimente par intervalles par la partie supérieure. La tourbe ne brûle que dans le bas du four : la combustion étant réglée par un jet de vapeur et d'air chaud, la vapeur se décompose au contact de la masse incandescente en produisant, avec composés gazeux, le gaz à l'eau ; or, dans ce cas, le gaz chaud va à la partie supérieure du four. Ce gaz doit être produit à la plus basse température possible, et l'azote sortant de la tourbe se combine avec l'hydrogène naissant pour former de l'ammoniaque.

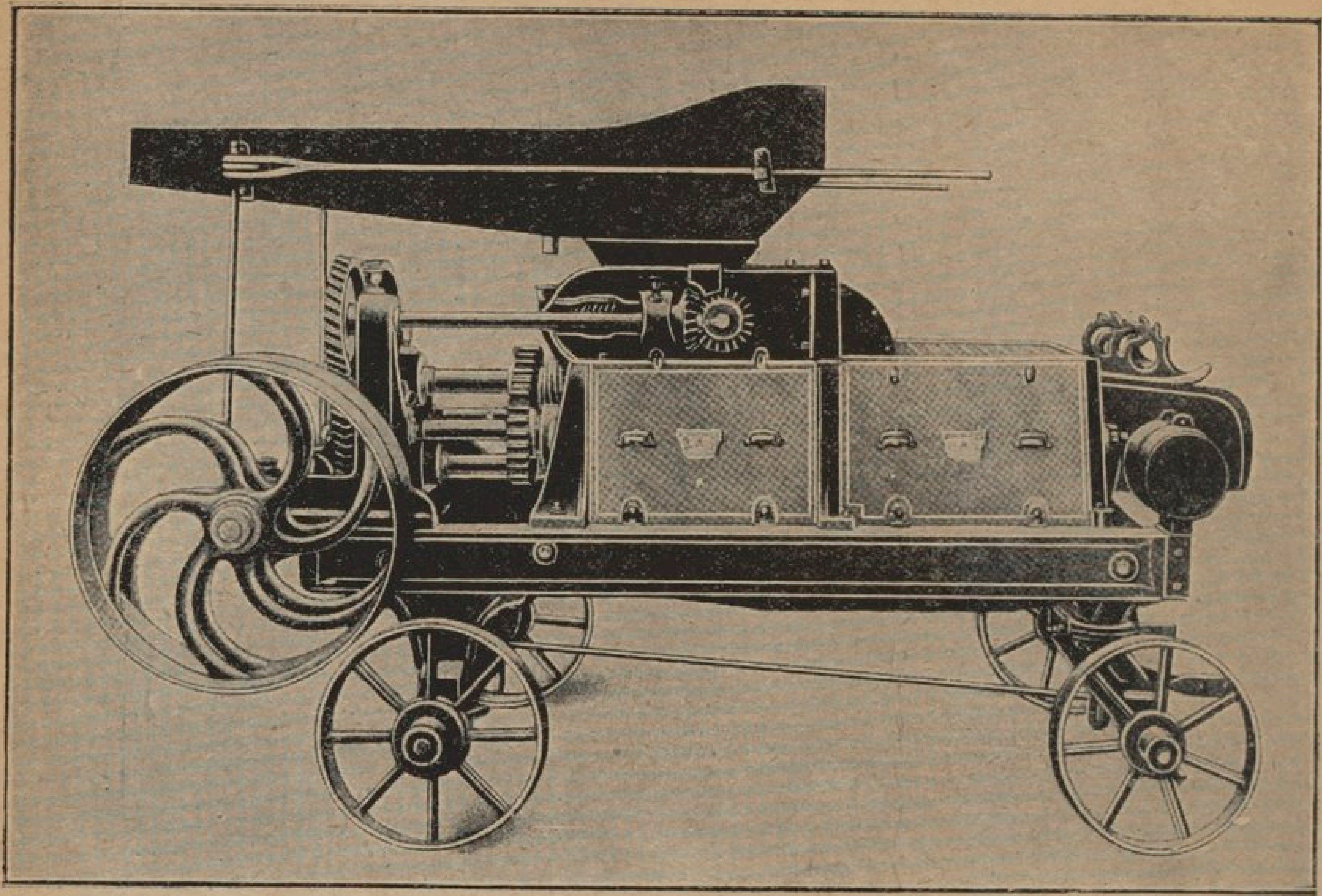
Le gaz ainsi produit est lavé pour le purifier des particules de goudron qu'il entraîne et passe dans une chambre de plomb où il rencontre une pluie fine d'acide sulfurique qui convertit le gaz ammoniacal en sulfate d'ammoniaque, tandis que le reste de gaz est épuré, refroidi et brûlé sous des chaudières à vapeur, dans des fours à dessécher ou employé pour des moteurs à combustion interne ; de cette manière, les trois quarts de l'azote contenu dans la tourbe sont convertis en sulfate d'ammoniaque. Une tourbe à 24 francs la tonne, contenant 2,5 % d'azote, fournit environ 80 kilos de sulfate d'ammoniaque à 30 francs les 100 kilos. »

80 kilos de sulfate d'ammoniaque vendus actuellement 65 francs les 100 kilos, donnent 52 francs à la tonne de tourbe ; c'est-à-dire que les frais sont payés largement actuellement par ce seul sous-produit.



FABRIQUE DE SULFATE D'AMMONIAQUE ALIMENTÉE PAR DE LA TOURBE
Au premier plan : les mottes de tourbe à distiller ; à gauche : une batterie de gazogènes.

En Italie, à Orentano, 50 mètres cubes par jour donnent 800 chevaux et 50 tonnes d'ammoniaque par mois. A Cadigoro, 150 tonnes de tourbe donnent 10 à 12 tonnes de sulfate d'ammoniaque par jour, dont le prix de revient est de 120 à 140 francs la tonne. La force motrice coûtait 10 kilos à 10 francs les 1.000 kilos, soit 10 centimes environ par cheval et par 10 heures. Il est intéressant d'avoir une consommation de force motrice régulière pour la bonne utilisation de ces très délicates installations, qui sont d'un meilleur rendement avec de la tourbe ne renfermant pas plus de 40 % d'eau.



PRESSE CONTINUE POUR LA FABRICATION DES BRIQUETTES DE TOURBE

Cette machine rappelle de très près les pressoirs à hélice pour vendanges utilisés par nos viticulteurs. Elle se compose essentiellement d'un fouloir, d'une hélice et d'un débourbeur.

La tourbe renferme 30 à 40 litres d'alcool à la tonne, identique à celui que l'on retire du bois et offre, là encore, un emploi intéressant. Le coke de tourbe manque à Paris complètement. Dans certaines régions, il est vendu, au détail, 150 francs la tonne.

La tourbe est employée comme litière ; une épaisseur de 6 pouces dure des mois et elle est de trois à cinq fois plus absorbante que la paille. Elle conserve également mieux l'aplomb des bêtes. De plus, c'est un antiseptique extrêmement puissant.

La tourbe est encore utilisée contre les bris pour la verrerie. Elle conserve les fruits et sert d'isolant. Elle sert à agglomérer la mélasse pour la nourriture des bêtes. Enfin, sa facilité à s'assimiler l'azote de l'air (jusqu'à 2 et 3 %) en fait un bon engrais, soit mélangée de purin, soit en utilisant les cendres.

La tourbe peut également être employée dans la papeterie et dans la bonneterie.

On peut chauffer économiquement des chaudières avec la poussière de tourbe comme avec la sciure de bois. M. Wallgren, ingénieur en chef à Back, Suède, affirme que, d'après le procédé Ekelund, la tourbe a un pouvoir calorifique égal à celui du meilleur charbon anglais. Ces indications suffisent.

Composition de la tourbe

La tourbe est formée de mousses, bruyères, roseaux, sauges, herbes et arbres qui se décomposent dans l'eau grâce à la nature du sol et du sous-sol et de l'atmosphère humide. L'hydrocellulose retient l'eau qu'il est difficile d'enlever par la pression, dessication ou traitement électrique. Cette hydrocellulose sert en quelque sorte d'agglomérant, de gélatine pour la fabrication des briquettes.

D'après les géologues, on la divise en tourbe limoneuse, fibreuse, pyriteuse et mottière. En général, elle a trois couches :

1° Couche supérieure, appelée tourbe mousseuse, utilisable comme litière pour les animaux après dessication complète ;

2° Couche sous-jacente, tourbe feuilletée, également utilisable pour la préparation d'excellentes litières, après dessication ;

3° Tourbe noire, arrivée à son complet état de transformation, réservée pour la préparation d'un combustible de qualité inférieure donnant peu de calories et dégageant beaucoup de fumée. La tourbe de litière étant rare en France, nous diviserons la tourbe seulement en deux qualités et modes d'exploitation : la tourbe de mon-

tagne et la tourbe de vallée, sans insister sur la tourbe mixte ni sur celle des rivages de la mer, ni sur celle de Saint-Mihiel, etc.

La tourbe de montagne a ceci de particulier qu'elle peut être asséchée à 55 % environ par des tranchées drainant peu à peu l'eau ; il s'en suit que son séchage est plus rapide (Vosges, Jura, Puy-de-Dôme, etc...) La tourbe étant enlevée, le sol devient cultivable ; c'est donc une plus-value pour le pays et pour le propriétaire de la tourbière qui était auparavant incultivable.

L'exploitation de ces tourbières peut être faite à la main ou à la machine ; leur profondeur atteint de 4 à 8 mètres. Dans les tourbières de vallées, la tourbe se trouvant en général sous l'eau, le manque de pente empêche l'assèchement et le travail d'extraction et de séchage est plus compliqué.

En général, dans l'un et l'autre cas, la tourbe devient bien meilleure à mesure qu'on creuse et la teneur en azote augmente.

Son exploitation

Voici des renseignements sur l'exploitation à la main qui m'ont été obligeamment fournis par M. Houillier, ingénieur des Ponts et Chaussées à Abbeville (Somme).

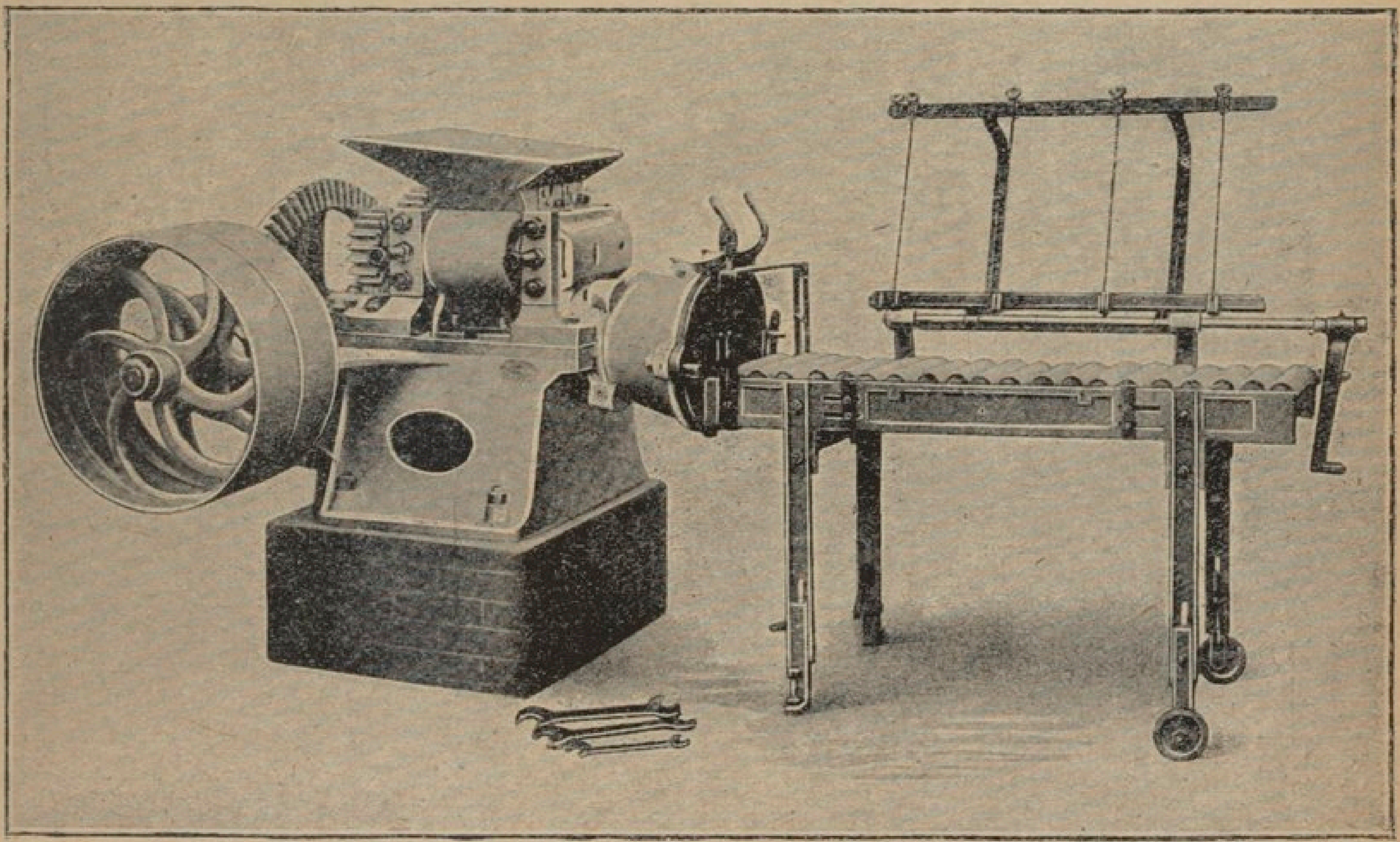
La superficie des tourbières picardes était autrefois de 2.908 hectares ; elle est réduite actuellement à 1.500 hectares. De 1880 à 1911, la production en tourbe est tombée de 83.920 tonnes à 42.590 tonnes et elle a encore baissé depuis assez sensiblement.

Un bon tireur à main au louchet extrait par jour 8.400 touches représentant 21 mc. 500, soit environ 22 tonnes de matières fraîches et de 3 tonnes à 5 tonnes de matière sèche. Le prix de vente est de 5 francs le stère marchand, soit environ 20 francs la tonne. Vous voyez que le travail à la main est productif ; mais il ne faut pas se dissimuler qu'il est impossible de former ni surtout de trouver aujourd'hui des ouvriers exercés à l'extraction au grand louchet. L'exploitation mécanique de ce combustible de surface serait certainement encore plus intéressante au point de vue de l'économie du prix de revient.

On construit en France des excavateurs à chaîne et à godets produisant de 30 à 200 tonnes à l'heure, qu'on peut acheter ou louer et manœuvrer sur des rails, à terre, ou sur l'eau, dans un bac bien équilibré.

Les ingénieurs américains des mines estiment de 20 à 25.000 dollars une installation produisant 50 à 75 tonnes par jour.

Ce qui semble le plus intéressant à retenir, c'est que les mêmes ingénieurs fixent à un dollar le prix de revient de la tonne de tourbe, mais que si on y ajoute les frais généraux, cela fait environ un dollar et

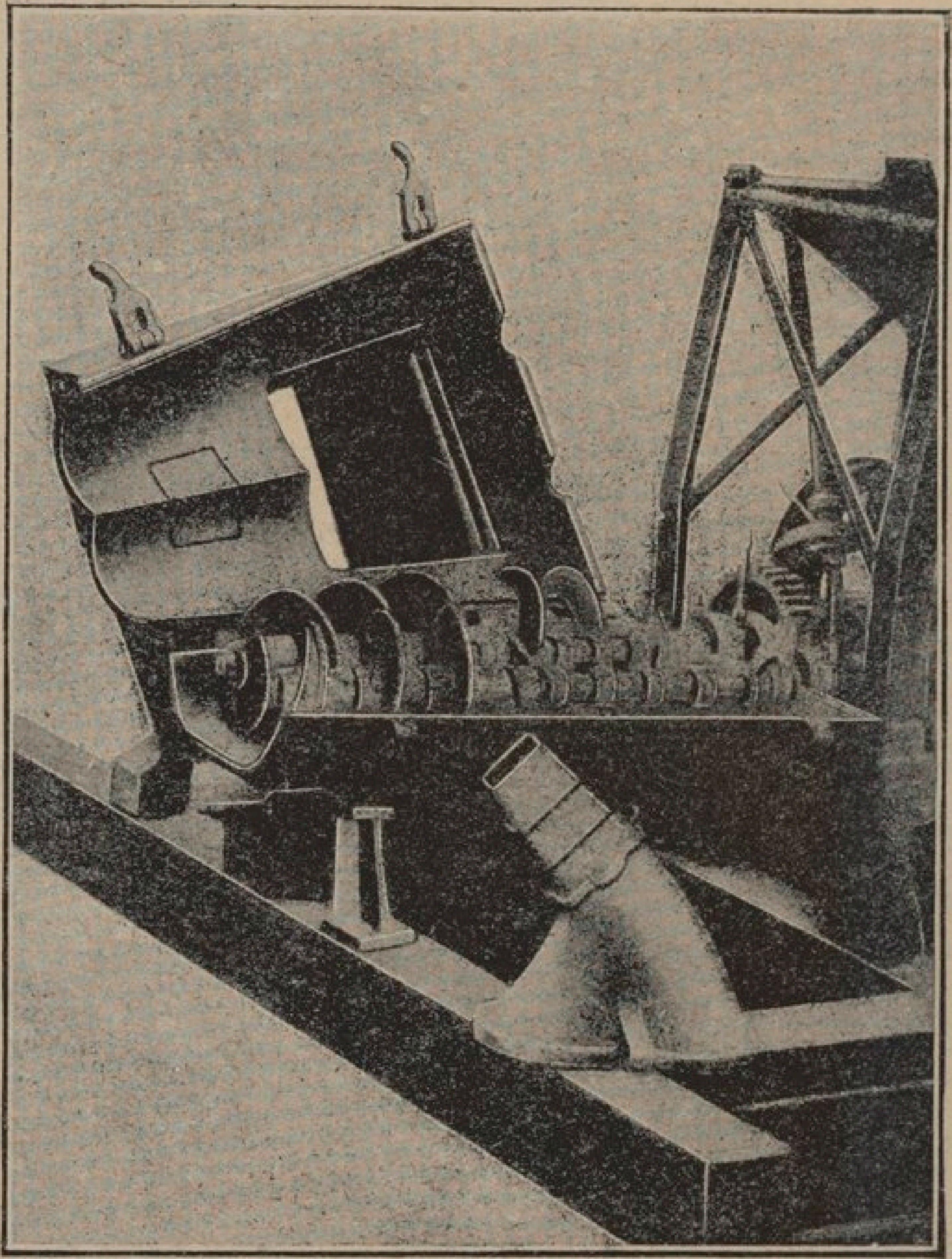


AUTRE SYSTÈME DE PRESSE POUR FABRIQUER LES BRIQUETTES DE TOURBE

Cette presse, actionnée par une machine à vapeur, comprime la tourbe dans un moule intérieur. Les briquettes terminées tombent sur des rouleaux qui les entraînent dans des récipients spéciaux.

demi ; et si on calcule qu'on ne travaille que quelques mois de l'année, en raison des pluies, gelées, etc., on arrive à 2 dollars.

D'autre part, il apparaît que la forme de « bûches » ou de « boulets » donnée à la tourbe préparée comme combustible domestique est particulièrement avantageuse. En effet, la tourbe en briquettes occupe une grande surface à terre, et l'on est obligé de la retourner pour qu'elle sèche. L'avantage de la buche de tourbe est de pouvoir sécher en tas sur place, sans une coûteuse manutention. La location ou l'amortissement d'un excavateur à vapeur coûterait 50 francs par jour environ ; le combustible 100 francs environ, pour 500 tonnes de tourbe humide ; la main-d'œuvre 50 francs et les frais généraux et amortissements des rails et wagonnets, 50 francs ; soit au total 250 francs pour 100 tonnes de tourbe sèche : le prix de revient serait donc de moins de 3 francs pour une installation assez importante.



VUE INTÉRIEURE D'UNE PRESSE A TOURBE

La matière à comprimer est fortement malaxée entre des vis hélicoïdales tournant grâce à des engrenages calés sur leurs extrémités.

En 1911, d'après M. C.-A. Davis, une installation mobile complète de 30 tonnes de tourbe sèche par jour, demandait 16 hommes ou femmes et coûtait 12.500 francs ; la force motrice était de 75 HP. Une installation pour 30.000 briquettes seulement, 15 tonnes par jour, coûterait 9.800 francs environ et demanderait 13 personnes pour l'extraction à la main, le transport et les opérations de séchage de la tourbe à l'air.

Le 5 juillet 1916, le Grand Quartier Général a ordonné des essais officiels sur le rendement de la tourbe. Devant une commission composée d'officiers, un feu de houille, un feu de tourbe et un feu de bois ont été allumés simultanément dans trois cuisine roulantes remplies de la même quantités d'eau. La températurede l'eau a été prise au thermomètre avant et après le chauffage. Il est résulté de ces expériences que l'autorité militaire, trouvant le chauffage par la tourbe extrêmement avantageux, a mis en exploitation, au mois de septembre de la même année, les tourbières de Martimprey et de Pouxeux (Vosges). La mauvaise saison a malheureusement arrêté ces exploitations très peu de temps après.

On sait, d'autre part, que le groupement des charbonniers de Seine-et-Oise étudie la création d'une exploitation de tourbe pour parer à la pénurie de combustible cet hiver. et c'est là une heureuse initiative qu'il serait vraiment grand temps de voir se généraliser.

Parmi les plus récents travaux, nous devons signaler ceux de M. Teissier, qui arrive, dit-il, par un procédé chimique, à donner 7.675 calories à de la tourbe qui n'en renferme que 3.100 ou 472 m³ de gaz, de coke, etc. Le prix de revient de ce traitement est de 50 à 60 francs la tonne.

Donc, en guise de conclusion, je répéterai tout simplement le titre de cet article : faute de charbon, brûlons de la tourbe.

PIERRE DE MONTGOLFIER.

LES CHAUFFE-BAINS, APPAREILS INGÉNIEUX ET PRATIQUES

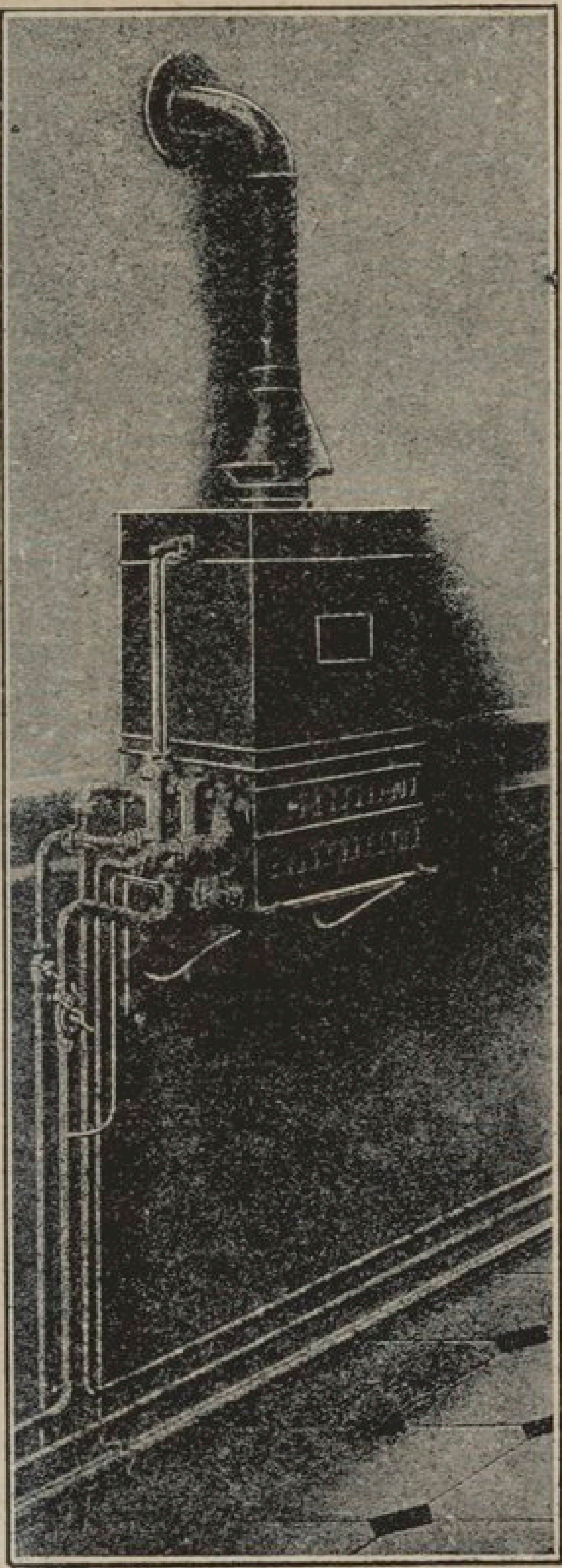
Par Fernand MONTYL

Dans les habitations modernes, la salle de bains et son matériel ne sont plus considérés comme un luxe, mais comme une des conditions absolument nécessaires du bien-être et de la santé.

La mise en place et l'aménagement des baignoires et des lavabos sont relativement simples et peuvent être effectués par des plombiers, pourvu que l'on prenne les précautions voulues pour l'évacuation normale des eaux et pour la vidange facile des conduites par le locataire si la tuyauterie était exposée à subir la gelée pendant l'hiver.

Il n'en est pas de même des appareils producteurs d'eau chaude, qui doivent être établis et montés en observant les nombreuses précautions qu'il est d'usage de prendre pour assurer le fonctionnement d'instruments toujours soumis à des températures élevées et à des pressions qui sont loin d'être négligeables. De plus, la conduite et l'entretien des chauffe-bains sont, en général, confiés à des personnes qui négligent d'observer à cet égard les prescriptions contenues dans les feuilles d'instructions rédigées par les fabricants et que la plupart des locataires d'appartements munis de salles de bains n'ont jamais lues ni même souvent vues.

Dans les grandes villes, la majorité des chauffe-bains fonctionnent au gaz d'éclairage, et ce n'est qu'exceptionnellement que l'on trouve des appareils utilisant la houille, le bois, le charbon de bois et même le pétrole ou l'essence. Ces derniers combustibles sont surtout employés dans le cas d'installations faites à la campagne et dans les agglomérations dépourvues d'usines à gaz. Notons en passant que dans les grands hôtels ainsi que dans les hôpitaux, pensionnats, la distribution de l'eau chaude destinée aux bains est souvent assurée par des tuyauteries partant des fourneaux de cuisines ou des appareils de chauffage central. On réalise ainsi, dans ce cas spécial, une économie sensible sur les frais de premier établissement ainsi que sur les dépenses de chauffage, puisque l'on supprime totalement les chauffe-bains individuels qui, autrement, devraient être en nombre au moins égal à celui des baignoires.



CHAUFFE-BAINS FONCTIONNANT AU GAZ D'ÉCLAIRAGE

Nous insisterons surtout sur les appareils à gaz, qui demandent une construction très soignée et dont la conduite exige certaines précautions, si l'on veut éviter tout danger. Les serpentins de ces petites chaudières risqueraient d'être brûlés si, par exemple, il était possible de commencer le chauffage avant qu'ils fussent remplis d'eau.

Un bon chauffe-bains doit bien utiliser le gaz dépensé t ne pas donner lieu à la roduction de buées, de vapeur susceptibles d'oxyder la robinetterie et, en général, tous les objets métalliques se trouvant dans la salle de bains. Pour arriver à ce résultat les dispositifs d'allumage doivent

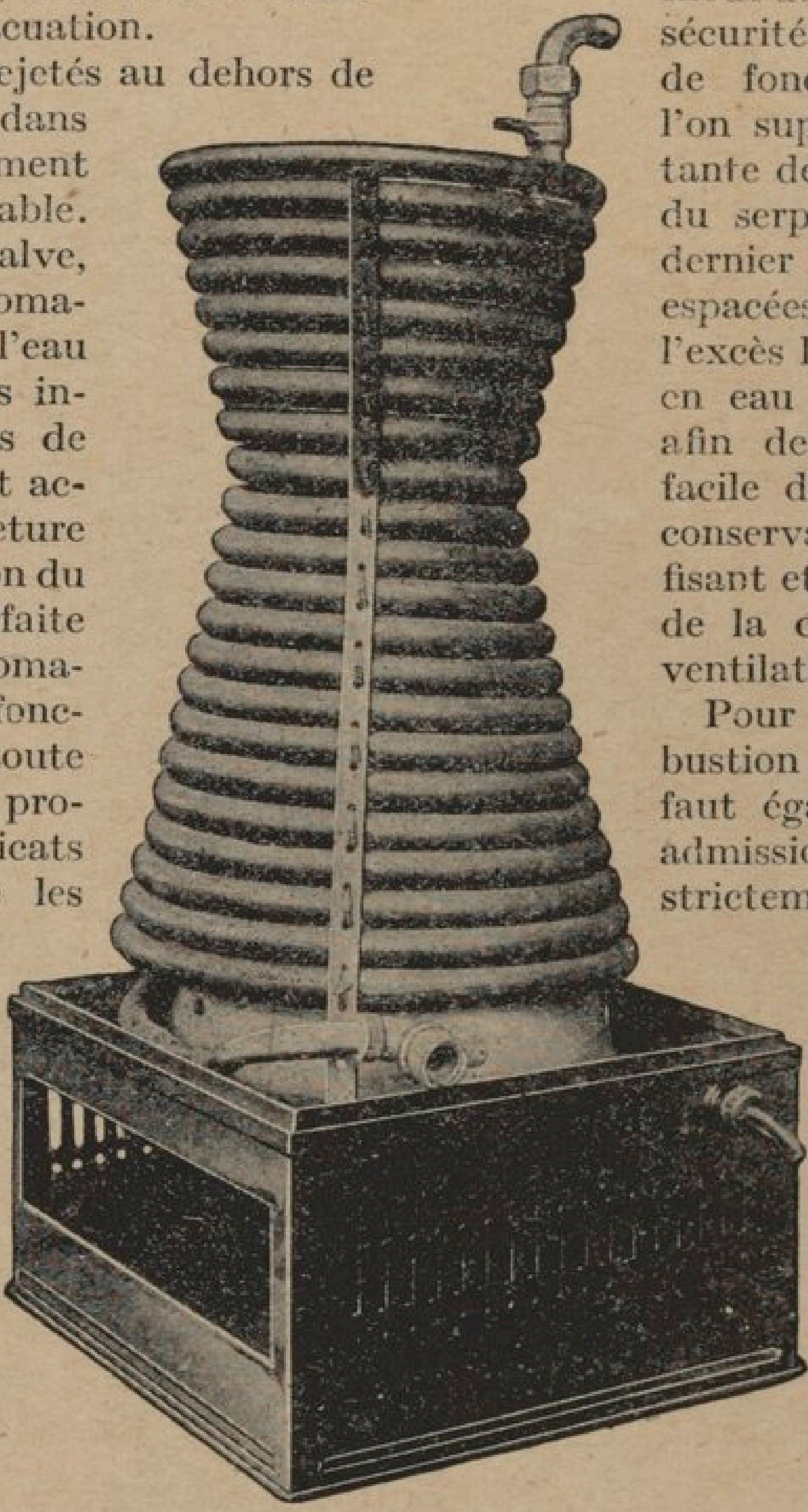
être tels que l'on soit absolument obligé d'admettre l'eau dans les tubes avant de pouvoir obtenir l'arrivée et l'inflammation du gaz. La condensation importante due aux changements fréquents de température des serpentins doit être combattue par des artifices spéciaux, et l'eau qui peut en résulter, même en petite quantité, doit être recueillie par des gouttières d'évacuation.

Les gaz brûlés sont rejetés au dehors de manière à conserver dans cette partie de l'appartement une atmosphère respirable. Enfin, il importe qu'une valve, autant que possible automatique, règle le débit de l'eau et du gaz, prévienne les insuffisances ou les excès de chauffe, et empêche tout accident en cas de fermeture incomplète ou d'extinction du gaz. La réalisation parfaite d'une bonne valve automatique, sensible et d'un fonctionnement certain en toute occurrence, est un des problèmes les plus délicats qu'aient eu à résoudre les constructeurs d'appareils à gaz pour le chauffage de l'eau destinée aux lavabos, dans les habitations privées ou dans les bâtiments destinés au public, hôtels, etc.

En principe, le chauffe-bains à gaz est un appareil extrêmement simple, puisqu'il se compose essentiellement d'un serpentin, d'une forme quelconque, dans lequel circule l'eau fournie par la canalisation de la ville et que chauffe un brûleur placé au-dessous.

En réalité, la disposition des divers éléments de cette chaudière minuscule donne lieu à de nombreuses difficultés de détail, victorieusement résolues d'ailleurs par les constructeurs qui se sont adonnés spécialement à l'étude et à la réalisation de ce genre d'appareils.

Tout d'abord, on a reconnu, à la suite d'essais nombreux, qu'il était plus pratique d'adopter un serpentin vertical parce que l'on pouvait ainsi utiliser le mieux la chaleur fournie par le brûleur inférieur, sans risquer de brûler le métal des spires. Il est évident que, dans ce cas, il semble que l'on perde un peu de la chaleur fournie par le foyer dont la flamme ne touche pas directement la chaudière. Il résulte, au contraire, de ce mode de construction une grande sécurité et une régularité parfaite de fonctionnement parce que l'on supprime une cause importante de fuites et d'usure rapide du serpentin. Les spires de ce dernier ne doivent être ni trop espacées pour ne pas réduire à l'excès la capacité de production en eau chaude, ni trop serrées afin de permettre un passage facile des gaz chauds, tout en conservant un échappement suffisant et nécessaire aux produits de la combustion, grâce à une ventilation bien comprise.



CHAUFFE-BAINS A SERPENTIN VERTICAL

Le tube de cuivre dans lequel circule l'eau à chauffer, provenant d'une distribution urbaine, est enroulé sur lui-même et contenu par des bandes métalliques auxquelles les spires sont assujetties par du fil de laiton. Le serpentin est chauffé par le gaz émanant de becs inférieurs brûlant à flamme blanche, afin de le soustraire aux risques d'un « coup de feu ».

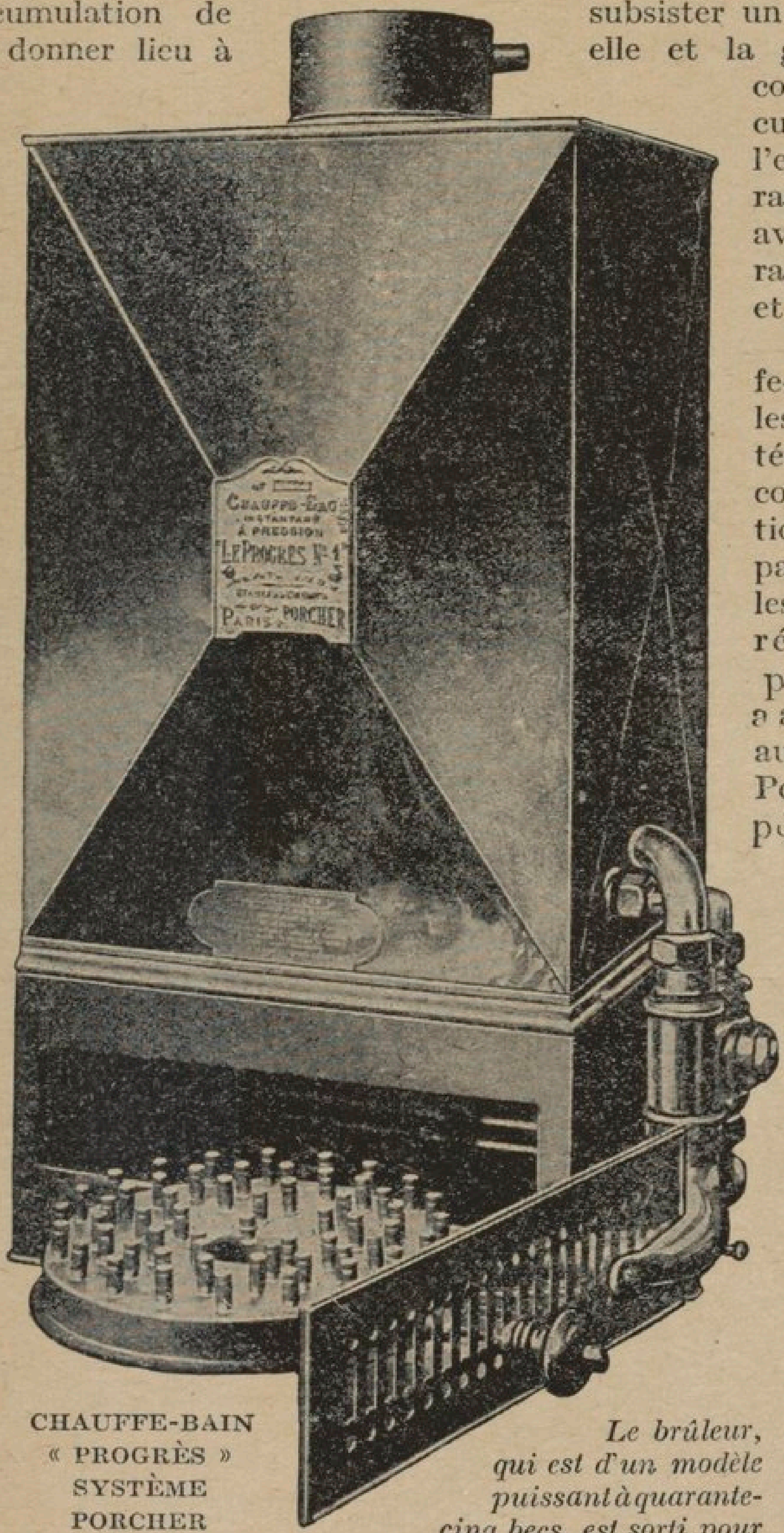
Pour obtenir une bonne combustion du gaz d'éclairage, il faut également provoquer une admission d'air frais en quantité strictement nécessaire, par des ouvertures ménagées à cet effet dans le socle de l'appareil. Quand on emploie ainsi le chauffage par rayonnement, on peut laisser marcher les brûleurs à flamme blanche, sans d'ailleurs que l'appareil consomme une quantité de gaz par trop exagérée. On évite ainsi les mauvaises odeurs et les effets souvent toxiques des becs à mélange d'air quand la combustion n'est pas absolument parfaite.

D'autres constructeurs préfèrent renforcer considérablement l'épaisseur du métal des serpentins et les protéger par des lames métalliques formant écran. Ces précautions leur permettent de laisser les tubes en contact direct avec les flammes du foyer et d'adopter les brûleurs à mélange d'air, dits « à flamme bleue ». Cette dernière catégorie de foyers passe pour s'encrasser plus facilement que les faisceaux de becs

brûlant à flamme blanche et demande, par conséquent, un entretien plus minutieux.

Certains constructeurs ont cru devoir écarter les chauffe-bains à foyer fixe qu'il est difficile de surveiller, surtout au point de vue des fuites. En effet, la moindre fissure dans la tuyauterie intérieure peut provoquer une accumulation de gaz susceptible de donner lieu à une explosion au moment de l'allumage. Aujourd'hui, les chauffe-bains sont tous à foyer mobile et l'inflammation du gaz s'opère ainsi complètement à l'extérieur.

Grâce à un dispositif de réglage du gaz logé dans la genouillère du foyer, ce dernier n'acquiert son maximum d'intensité que lorsqu'il est rentré à l'intérieur du chauffe-bains. Cette intensité diminue progressivement quand on sort le foyer. Ce réglage, si précieux au point de vue de la sécurité et de l'économie du gaz, ne peut être obtenu dans les appareils à foyer fixe. L'allumage s'effectue d'ailleurs au moyen d'une veilleuse alimentée par un tuyau de petit diamètre branché au delà du robinet d'arrêt du gaz. Cette veilleuse constitue à la fois une facilité pour l'allumage et une assurance contre le danger d'explosion ; la dépense de gaz qui en résulte est tout à fait minime et on peut en limiter l'emploi à la matinée, c'est-à-dire aux heures pendant lesquelles on se sert principalement des salles de bains et des lavabos.



CHAUFFE-BAIN « PROGRÈS » SYSTÈME PORCHER

Le brûleur, qui est d'un modèle puissant à quarante-cinq becs, est sorti pour permettre l'allumage de la veilleuse. Sur la droite on voit la valve automatique entièrement métallique dont le fonctionnement est expliqué page 93.

L'eau provenant de la condensation qui se produit à l'extérieur du serpentin doit être recueillie par une gouttière, placée en général au bas de l'appareil, de manière à empêcher toute projection d'eau sur le brûleur. On emploie avec avantage des gouttières de cuivre protégées contre l'excès de chaleur provenant du foyer par une double enveloppe de tôle laissant subsister un matelas d'air entre elle et la gouttière. L'eau de condensation ainsi recueillie est évacuée à l'extérieur par un tuyau raccordé directement avec la vidange générale de la baignoire et des lavabos.

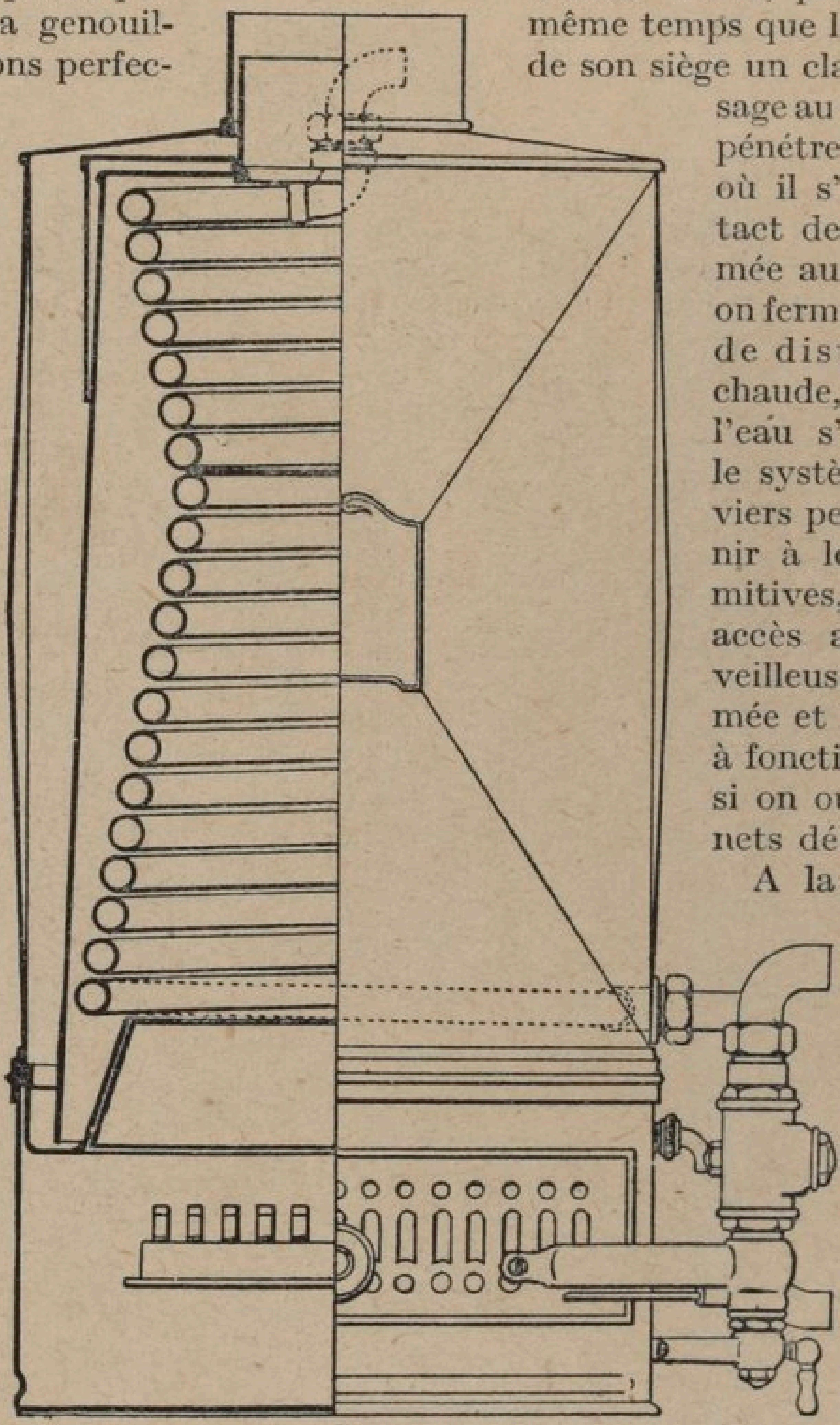
La plupart des chauffe-bains installés dans les villes sont alimentés directement par les conduites de distribution d'eau. A la campagne, on peut relier les chauffe-bains à des réservoirs d'eau de pluie ou autres placés au moins deux mètres au-dessus de l'appareil. Pour toute pression supérieure à cinq mètres, on peut employer des robinets à vis, et pour les faibles pressions donner à la tuyauterie des coudes extrêmement arrondis, sans piquages d'équerre.

Le gaz est également fourni par un branchement établi sur la canalisation générale. Le nombre des brûleurs est compris entre dix et quarante-cinq. Il est inutile de dire que l'importance du compteur doit être proportionnée à la dépense approximative de l'appareil.

Quand on utilise une salle de bains pour la première fois, il faut s'assurer tout d'abord que la tuyauterie a bien été nettoyée par une chasse préalable d'eau et de gaz, destinée à évacuer les limailles et autres déchets qui auraient pu s'introduire dans l'appareil. On fait ensuite

passer l'eau froide dans le serpentin, sans ouvrir le gaz, et on manœuvre l'un après l'autre tous les robinets d'eau chaude afin de chasser l'air et de constater si le débit est régulier. On allume ensuite la veilleuse ou bec du milieu en faisant sortir la couronne de brûleurs de l'appareil par une rotation autour de sa genouillère. Dans les installations perfectionnées, il suffit, la veilleuse étant allumée, d'ouvrir un robinet quelconque de débit pour provoquer instantanément l'allumage en grand des brûleurs et pour obtenir la quantité d'eau chaude voulue dans la baignoire ou dans les lavabos. Il faut donc s'assurer que la veilleuse est bien allumée avant de mettre l'appareil en marche.

Nous avons dit plus haut que la valve automatique était une partie importante du chauffe-bains. Cet organe doit être très robuste pour résister aux coups de bélier qui peuvent se produire dans toute canalisation, et en même temps très sensible pour provoquer l'arrivée et l'allumage en grand du gaz dès qu'un courant d'eau s'établit par la manœuvre d'un robinet d'eau chaude. La valve doit être également étudiée de manière à être absolument étanche et à empêcher toute infiltration d'eau dans le gaz. On obtient ce résultat grâce à l'emploi de valves composées de deux boîtes absolument distinctes pour l'eau et pour le gaz; la partie du mécanisme commune aux deux boîtes d'eau et de gaz est étudiée spécialement de manière à réaliser une étanchéité parfaite. Les soupapes, ainsi que toutes les garnitures, doivent être métalliques ou formées de matières non sujettes à se décomposer sous l'action de la chaleur ou à se déformer comme le cuir et le caoutchouc ordinaire.



DEMI-COUPE D'UN CHAUFFE-BAINS A GAZ

Les 20 spires du tube qui constitue la chaudière sont montées verticalement au-dessus d'un tronc de cône en tôle qui les protège contre les « coups de feu » du brûleur. En bas et à droite est placée la valve automatique branchée sur le serpentin, qui est lui-même directement relié à une conduite d'eau urbaine. L'appareil est entouré d'une enveloppe métallique formant comme une sorte d'armoire.

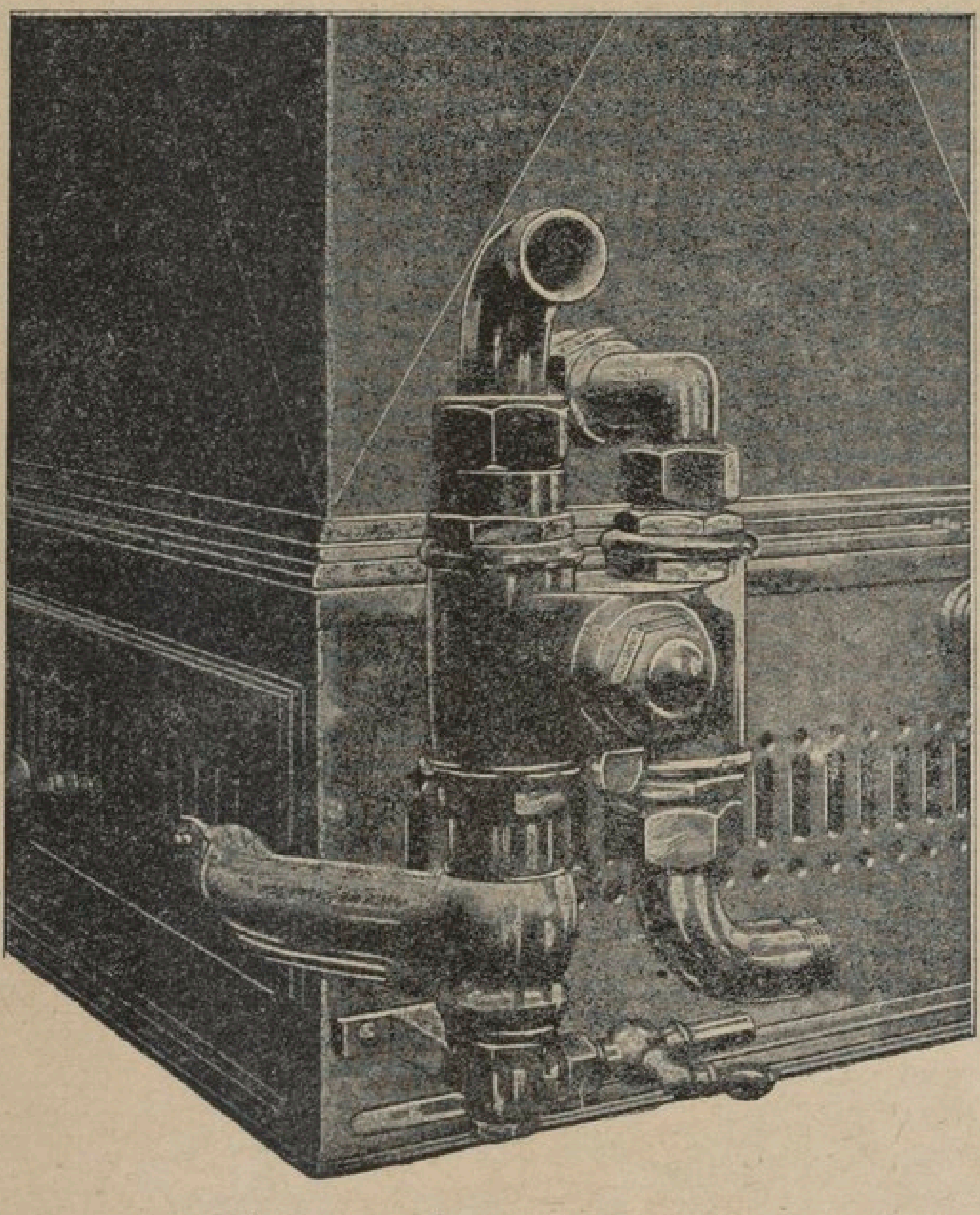
En entrant dans la chambre à eau de la valve, le liquide pousse un levier relié par un axe à celui du compartiment à gaz. Ce dernier levier, poussé par l'eau en même temps que le premier, éloigne de son siège un clapet donnant passage au gaz, qui peut alors pénétrer dans les brûleurs où il s'enflamme au contact de la veilleuse allumée au préalable. Quand on ferme tous les robinets de distribution d'eau chaude, la circulation de l'eau s'arrête dans tout le système. Les deux leviers peuvent ainsi revenir à leurs positions primitives, et le gaz n'a plus accès aux brûleurs. La veilleuse reste seule allumée et l'appareil est prêt à fonctionner de nouveau si on ouvre un des robinets débitant l'eau.

A la partie inférieure de la valve, qui se trouve d'ailleurs placée légèrement en contrebas du serpentin, existe un bouchon de purge. On peut donc vider complètement l'appareil et éviter ainsi les inconvénients de la gelée, qui aurait pour effet de faire sauter les tubes et leurs brasures en provoquant, lors du dégel, des fuites et des inondations. Quand on dévisse le bouchon de purge, il est indispensable d'ouvrir en même temps un des robinets d'eau chaude alimentés par le chauffe-bains, afin de laisser pénétrer de l'air à l'intérieur du serpentin et de vider complètement ce dernier. Cette vidange est absolument nécessaire si l'on veut éviter tout inconvénient par

suite de la gelée, et il ne suffit pas, pour obtenir ce résultat, de fermer simplement le robinet d'arrivée d'eau, comme beaucoup de personnes se l'imaginent bien à tort.

Les nombreux incidents qui se sont produits par suite des fortes gelées de l'hiver dernier, ont démontré aux propriétaires de chauffe-bains la nécessité de vider complètement les appareils au moyen du bouchon disposé à cet effet, surtout quand l'appartement est inhabité pendant les froids rigoureux.

Lorsque l'appartement dans lequel se trouve le chauffe-bains est habité, il peut être désagréable de vider à chaque instant le serpentin pendant les gelées si l'on désire ne pas interrompre le fonctionnement de l'installation. La meilleure solution consiste alors à laisser constamment allumée la veilleuse du brûleur, car la chaleur ainsi produite, sans dépense appréciable, permet de maintenir l'eau du serpentin à une température suffisante — quelques degrés au-dessus de 0° — pour qu'elle ne puisse geler.



VUE EXTÉRIEURE D'UNE VALVE AUTOMATIQUE

Il importe que la valve automatique soit réglée avec le plus grand soin d'après les renseignements fournis par les clients relativement à la quantité d'eau dont ils veulent pouvoir disposer. En général, le débit de l'eau chaude ne doit être ni inférieur à cinq litres, ni supérieur à quinze litres par minute. Dans certains appareils pour régler l'arrivée d'eau, il suffit d'enlever le bouchon placé sur le coude d'arrivée d'eau froide à la valve. On diminuera le débit en introduisant un tourne-vis dans la fente et en donnant doucement quelques tours dans le sens du vissage. On augmentera au contraire le débit en manœuvrant le tournevis dans le sens inverse. Pour régler le gaz, on enlève le bouchon *M* (fig. p. 93), et l'on introduit un tournevis dans une rainure visible au fond de la petite cuvette que masquait le bouchon ; on tourne très doucement et l'on obtient ainsi une flamme suffisante dont la longueur ne doit jamais dépasser quatre ou cinq centimètres. Il faut éviter de faire fonctionner l'appareil si les flammes du brûleur sont trop longues, car elles toucheraient alors le serpentin et il se produirait une fumée désagréable et même nuisible.

Si l'on constate, au contraire, une insuffisance de chauffe, on doit vérifier si l'obturateur *M* est ouvert. Au cas où les flammes ne pourraient être augmentées en touchant à la fente horizontale dont on vient de parler, on pourrait essayer de détendre le ressort *P* en dévissant un peu l'écrou *J* et son contre-écrou *U*. Si l'insuffisance de gaz persiste, une fois ces opérations faites, c'est qu'elle provient des alimentations. Au cas où on obtiendrait de l'eau trop chaude, on peut augmenter le débit d'eau froide à la valve en manœuvrant le tournevis dans le sens du dévissage. On peut aussi, dans ce cas, modérer l'arrivée du gaz en agissant sur son obturateur spécial, sans augmenter le débit de l'eau.

Il arrive fréquemment que l'on utilise comme salles de bains des pièces qui n'ont pas du tout été prévues pour ce genre d'affectation. La ventilation de ces locaux est, en général, tout à fait défectueuse et l'on y manque d'air. Cette circonstance désagréable

et même dangereuse, pour les maîtres comme pour les serviteurs, peut être également nuisible au fonctionnement des appareils. Il se produit souvent, au moment de l'allumage, des refoulements de gaz enflammé. Pour remédier à cet inconvénient, il faut que le tirage de la cheminée d'appel soit toujours assuré, soit par le fonctionnement de la veilleuse qui chauffe la colonne d'air, soit par des précautions spéciales prises à cet effet. Il est notamment prudent d'installer dans un renflement du tuyau d'évacuation des gaz, une cloison horizontale en tôle, qui mette la cheminée à l'abri des rentrées d'air provenant de l'extérieur, par suite d'inversion dans le tirage aspirateur et des coupe-vent, placés à l'extrémité du tuyau de dégagement.

Lors de l'établissement des salles de bains, la ventilation, qui est une nécessité de première importance, est trop souvent négligée. Chaque installation différente comporte, d'une façon générale, un problème nouveau à résoudre. Quoique la ventilation parfaite ne soit pas absolument indispensable au fonctionnement proprement dit d'un chauffe-bains, il est nécessaire d'en établir une pour évacuer à l'extérieur les produits nuisibles de la combustion du gaz ; il faut donc qu'elle soit prévue d'une façon normale, c'est-à-dire avec un *tirage continu et régulier de l'intérieur à l'extérieur*, afin de ne pas nuire au bon fonctionnement de l'appareil.

Pour conduire à l'extérieur les produits de la combustion du gaz, et écarter ainsi tout danger, on peut employer deux moyens qui suffisent dans les principaux cas.

S'il existe dans la salle de bains ou dans son voisinage immédiat une cheminée ou une gaîne de ventilation montant jusqu'au toit, il faut utiliser ces installations existantes, car une ventilation établie à l'intérieur d'un immeuble est celle qui offre le maximum de garantie puisqu'elle se trouve, sur la plus grande partie de son parcours, à l'abri des influences atmosphériques.

Si l'on utilise un coffre de cheminée, celui-ci doit servir exclusivement à la ventilation du chauffe-bains. En aucun cas le tuyau de ventilation ne doit être d'un diamètre inférieur à celui de la buse d'amorce. De même, il faut éviter, autant que possible, tout parcours horizontal de la tuyauterie, à laquelle on donnera une pente destinée à faciliter le tirage.

Il est bon également de placer directement sur le chauffe-bains, et à l'intérieur de la pièce, un régulateur ayant pour but d'empêcher les refoulements sur le foyer et de régler le tirage dans le cas où celui-ci serait excessif.

De plus, on placera un chapeau aspirateur à l'extrémité du tuyau de ventilation. Ce chapeau est clos dessus et dessous ; le croisement des lames de son enveloppe oblige les courants à n'arriver que tangentiellement au tuyau extérieur sans pouvoir y pénétrer ; on supprime ainsi totalement les refoulements produits par le vent quelles qu'en soient la direction et la vitesse. Cet appareil fixe et dépourvu de tout mécanisme, ne présente pas les inconvénients des chapeaux tournants ; il fonctionne à coup sûr sans bruit ni grincement et permet d'utiliser d'une manière simple la force du vent pour augmenter par aspiration la vitesse d'ascension des fumées ou des produits de la combustion du gaz. Si le chapeau aspirateur doit être placé parallèlement à un mur au lieu d'être monté sur combles, on assure son fonctionnement par un vent venant de face en l'éloignant de ce mur d'environ 75 centimètres.

S'il n'existe ni coffre de cheminée ni

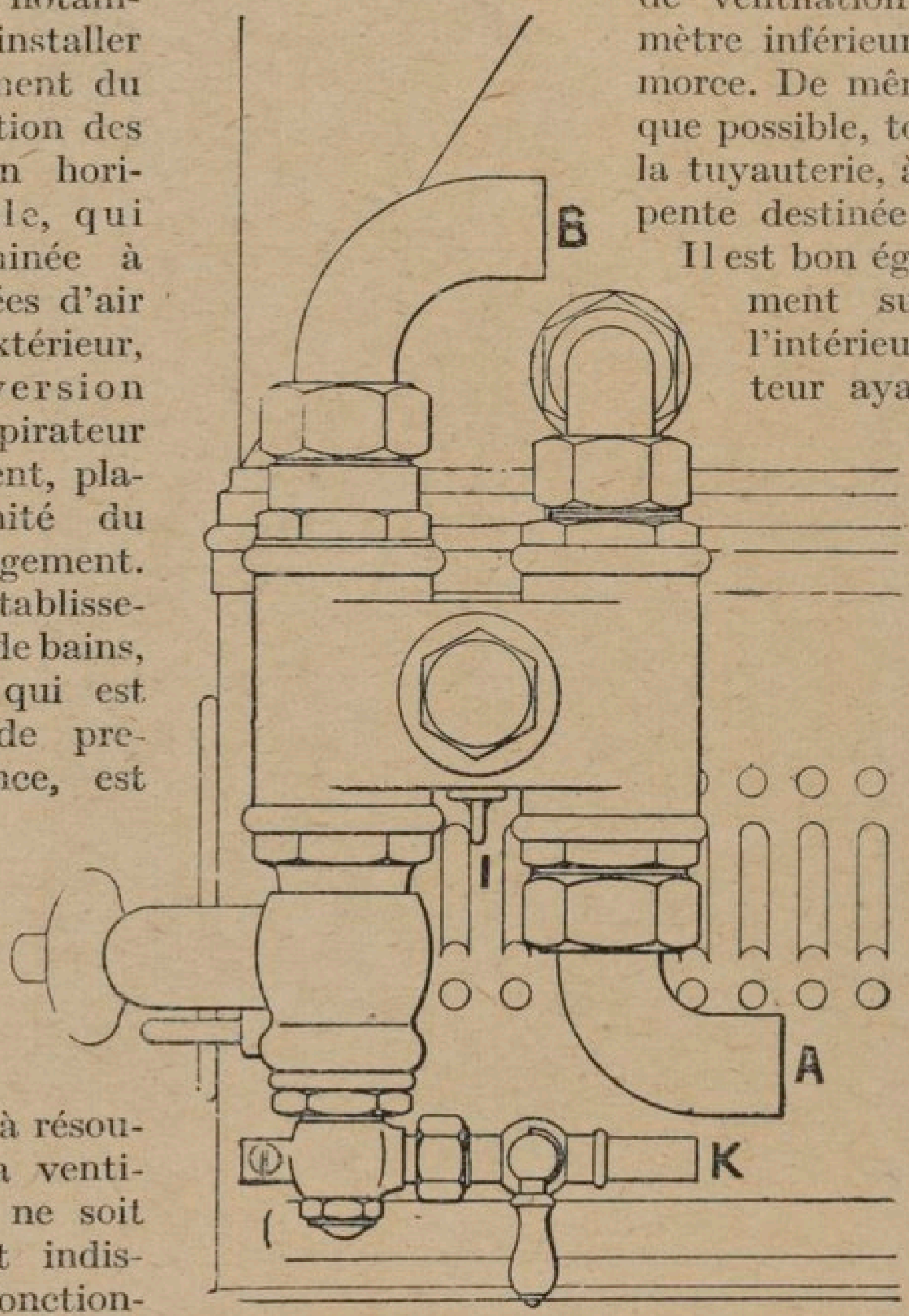


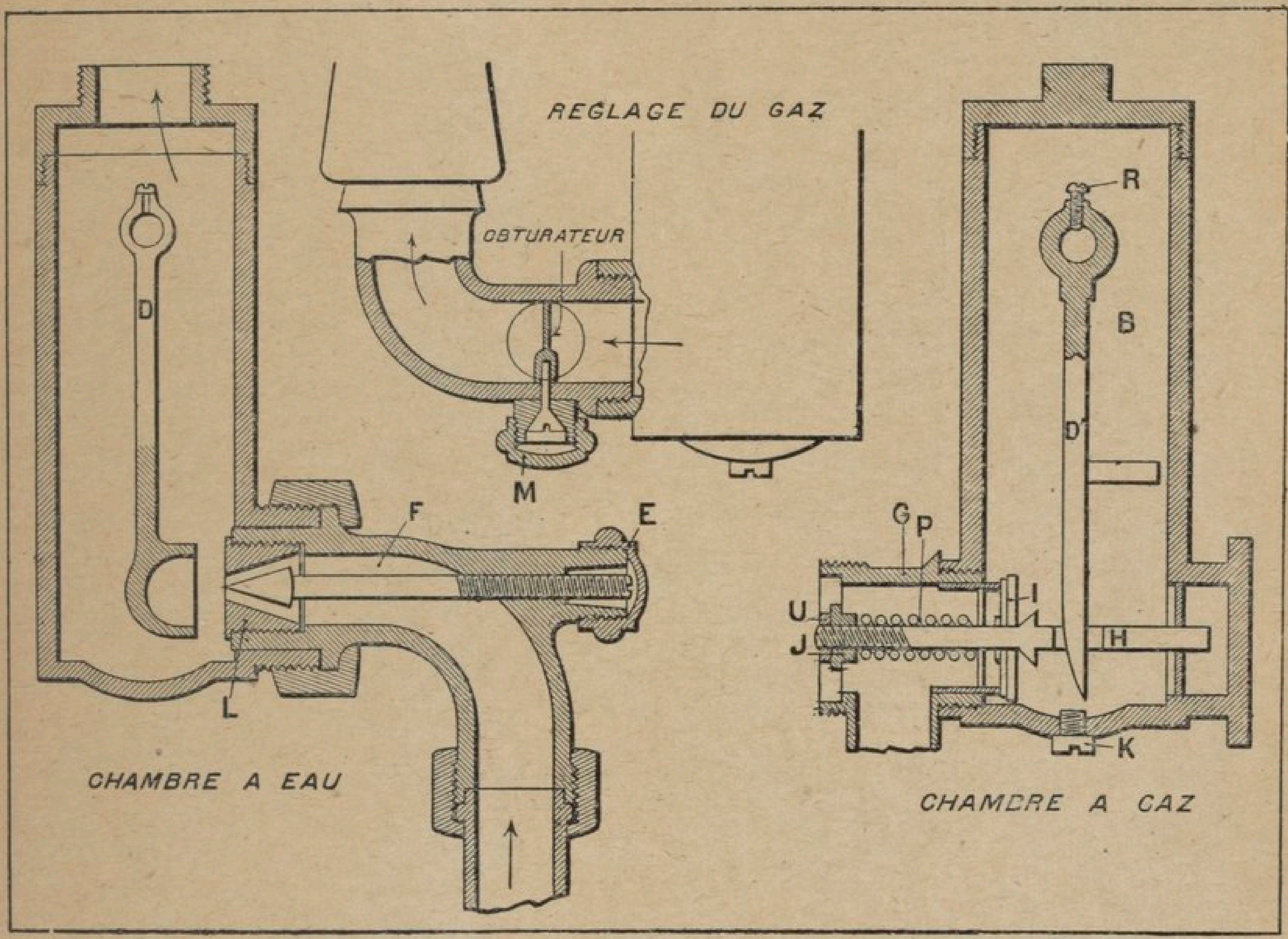
SCHÉMA MONTRANT COMMENT LE GAZ ET L'EAU ARRIVENT DANS LA VALVE AUTOMATIQUE

Le gaz arrive par le tuyau K *;* A *et* B *sont les conduites d'arrivée et de sortie de l'eau. Le bouchon* I *permet la vidange facile de la valve par les froids rigoureux.*

gaîne de ventilation, on doit poser des tuyaux spéciaux à l'extérieur de l'immeuble en perçant le mur le plus près possible du plafond. Les tuyaux placés à l'intérieur doivent avoir une pente destinée à faciliter le tirage et leur diamètre sera égal à celui de la buse d'amorce placée sur le chauffe-bains. Si l'on veut obtenir une ventilation normale,

décrit tout à l'heure un peu plus haut.

En cours de chauffage, il peut arriver que le gaz diminue d'intensité ou s'éteigne. Ces incidents ont généralement pour cause des imperfections dans la canalisation ou dans le fonctionnement du compteur. Dans les installations modernes, on rallume le gaz instantanément, en fermant puis en ouvrant



FIGURES SCHÉMATIQUES POUR EXPLIQUER LE FONCTIONNEMENT DE LA VALVE

Quand l'eau pénètre dans la chambre de la valve, elle pousse le levier D *qui correspond par un axe avec le levier* D^1 *de la chambre à gaz ; ce dernier éloigne alors de son siège le clapet* I, *lequel livre passage au gaz qui arrive par le tuyau* G *dans les brûleurs où il s'enflamme au contact de la veilleuse. Quand on ferme la distribution d'eau chaude, la circulation du liquide s'arrête dans tout le système ; les leviers* D *et* D^1 *reviennent à leurs positions primitives et le gaz n'ayant plus accès aux brûleurs, la veilleuse reste seule allumée ; l'appareil est donc prêt à fonctionner de nouveau. Les boulons* E *et* M *servent respectivement au réglage de l'eau et du gaz. Si le gaz ne s'éteint pas complètement après l'arrêt de l'eau, on tend un peu le ressort* P *en revissant légèrement l'écran* J *et le contre-écrou* U.

il est indispensable que le tuyau monte verticalement à l'extérieur sur une hauteur d'au moins 1 m. 20 au-dessus du plafond de la salle de bains et qu'il soit séparé du mur extérieur par un intervalle d'au moins 50 centimètres. Dans la plupart des cas, suivant l'exposition et la disposition des lieux, il est nécessaire de prolonger les tuyaux de ventilation jusqu'au niveau où débouchent les cheminées de l'immeuble en ayant soin de les munir d'un aspirateur fixe du modèle de celui qui a été

vivement un robinet de débit d'eau chaude.

Nous redirons une fois encore qu'il suffit d'un peu de soin et d'attention de la part des installateurs et des personnes appelées à se servir des chauffe-bains pour assurer à ces derniers un fonctionnement régulier et exempt de toute espèce de danger.

Bien que la majorité des chauffe-bains en service à Paris et dans les villes fonctionnent au gaz, il ne faudrait pas s'imaginer que les appareils à pétrole, au charbon ou au bois, cités plus haut, soient moins efficaces ou

moins pratiques que les autres. Dans beaucoup de cas, cette catégorie spéciale de chauffe-bains est adoptée à cause de la simplicité de son installation exempte de tous travaux préparatoires et de sa mobilité, qui permet de transporter facilement et sans frais un appareil d'une pièce et même d'une maison à une autre. On peut ainsi emporter son chauffe-bains avec soi à la campagne, même dans une villa louée pour la saison.

En temps de paix, les appareils à pétrole sont très précieux, mais depuis l'ouverture des hostilités, l'attention du public a été attirée sur ceux qui marchent au charbon ou au bois, car ce dernier combustible est abondant, surtout dans les campagnes, où on trouve encore à l'acquérir à un bon marché relatif.

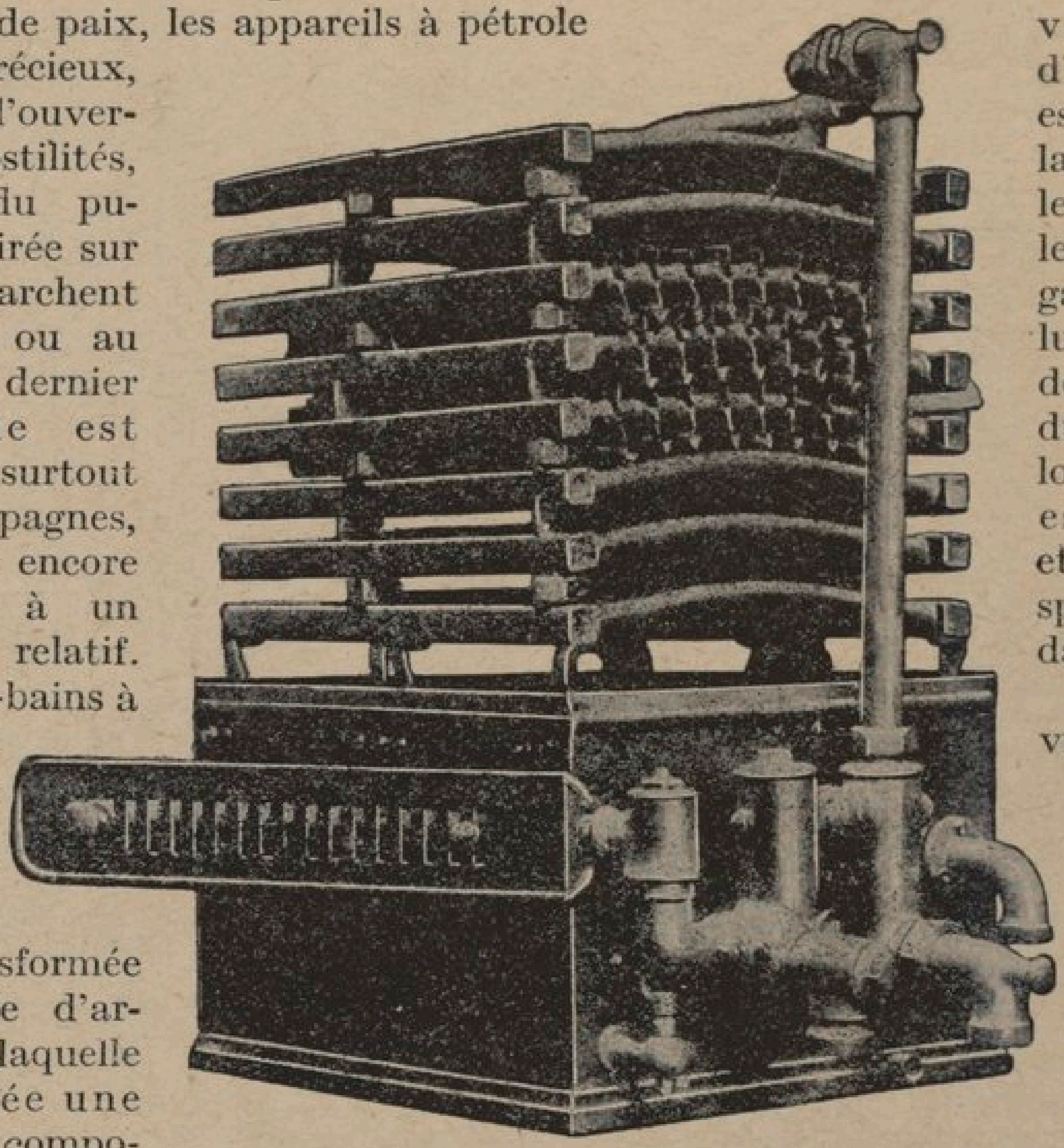
Le chauffe-bains à pétrole ne diffère de l'appareil à gaz que par sa partie inférieure, transformée en une sorte d'armoire dans laquelle est enfermée une forte lampe composée d'un réservoir surmonté de six porte-mèches cylindriques verticaux en haut desquels sont installés les brûleurs.

Pour faire fonctionner un chauffe-bains au pétrole, on le place à proximité d'une conduite fournissant de l'eau de ville ou de l'eau venant d'un réservoir quelconque convenablement surélevé. Le raccord une fois fait, le serpentin intérieur se trouve parcouru par un courant d'eau comme dans les appareils ordinaires à gaz, et l'eau chaude s'échappe dans la baignoire par un tuyau de sortie installé à hauteur voulue, un peu au-dessus du bord de la baignoire.

L'eau une fois amenée, on remplit la lampe de pétrole comme celle d'un réchaud ordinaire, en dévissant son chapeau de remplissage, que l'on revisse de suite avant de replacer la lampe dans son logement. Une petite valve régulatrice, placée près du chapeau de remplissage, permet de réduire à volonté la hauteur de la flamme en l'ouvrant et en la refermant aussitôt.

Un canal formé d'une série de petites coupes réunies entre elles et montées sous les brûleurs, est rempli d'alcool auquel on met le feu pour provoquer l'allumage du pétrole ; quand cet alcool est presque totalement brûlé, on pompe vivement au moyen d'un petit piston dont est muni le réservoir de la lampe jusqu'à ce que le pétrole s'échappe par les brûleurs à l'état de gaz et s'enflamme de lui-même. L'eau de condensation qui se produit à l'intérieur du logement de la lampe est évacuée au fur et à mesure par un tuyau spécial raccordé à la vidange de la baignoire.

Pour éteindre, on ouvre la valve, qui doit rester en cet état quand l'appareil ne fonctionne pas. En hiver, on peut ainsi préparer un bain moyen en 20 minutes avec une dépense maximum d'un litre de pétrole.



SERPENTIN D'UN CHAUFFE-BAIN « VESUVIUS »

L'appareil présente à peu près la même disposition que les chaudières à vapeur à petits éléments, à vaporisation instantanée. On utilise le gaz en le faisant brûler « à flamme bleue », et les tubes de cuivre sont garantis par des écrans à lames qui les préservent contre les coups de feu.

Dans les chauffe-bains marchant au bois ou au charbon, le serpentin est installé au-dessus d'une sorte de poêle à cuve dans lequel on brûle un combustible autant que possible à longue flamme. Cet appareil, économique par excellence, n'est surpassé à ce point de vue que par les cuisinières et les calorifères de cave comportant une chaudière de forme spéciale destinée à alimenter les baignoires d'une maison particulière ou d'un établissement public.

On voit que de multiples solutions sont aujourd'hui offertes aux personnes soucieuses de l'hygiène et de la propreté qui veulent pouvoir disposer à toute heure du jour et de la nuit, à la ville ou à la campagne, d'une quantité d'eau chaude raisonnable, au prix d'une dépense modérée.

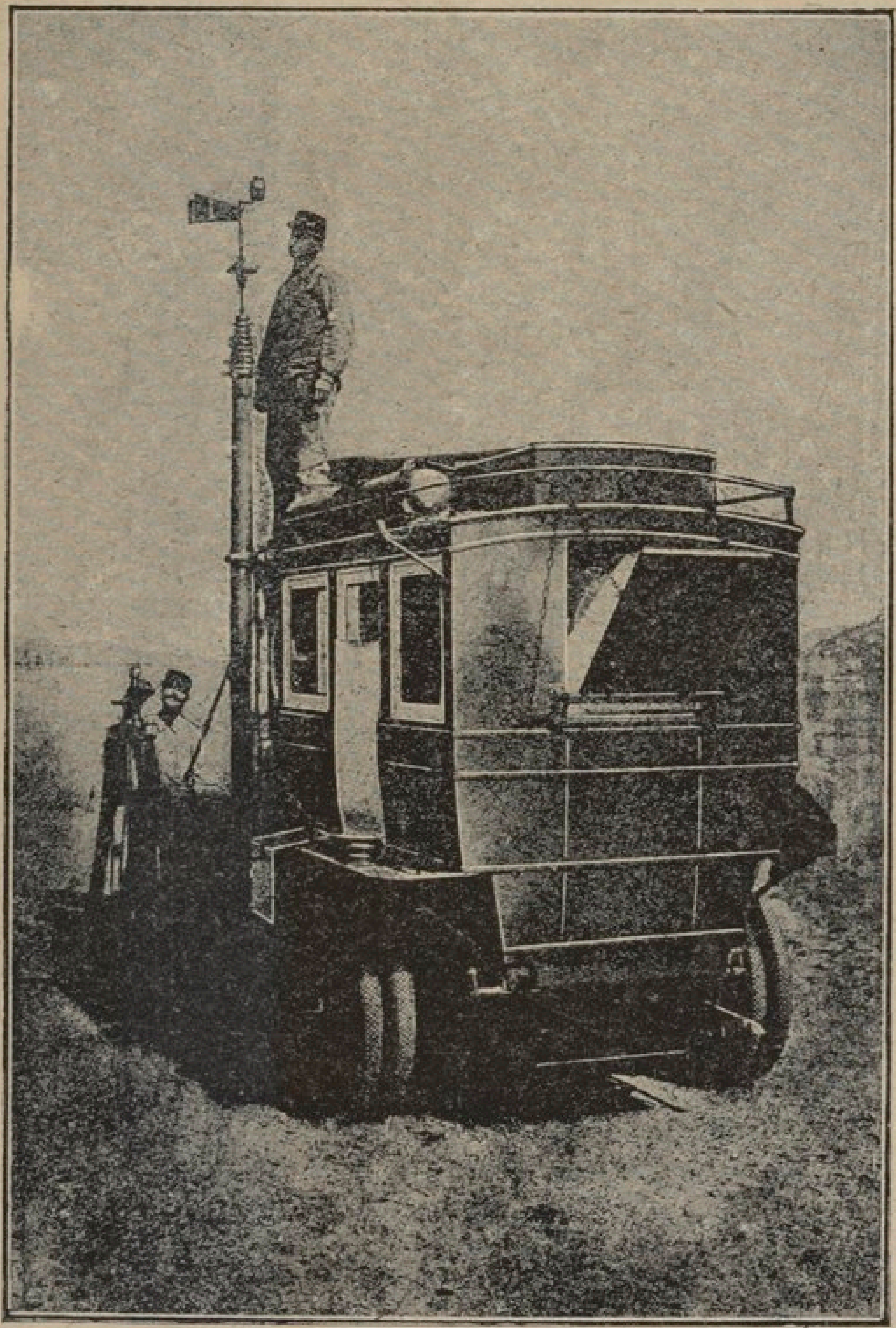
FERNAND MONTYL.

LES INDICATEURS DE VITESSE

Par Paul MEYAN

La sensation de la vitesse est une impression que nous n'avons réellement commencé à ressentir que le jour où l'automobile, ayant réalisé les progrès que l'on sait, nous a permis d'atteindre sur les routes des vitesses inconnues jusque là. A ces allures de 60, 80, 100 kilomètres à l'heure, qui sont, hâtons-nous de le dire, aussi dangereuses pour celui qui conduit que pour ceux qu'il rencontre, les arbres, les maisons, les bornes du chemin défilent à vos côtés comme autant de bolides; la moindre ornière, le plus petit caniveau vous secoue et vous décolle du siège comme le volant de la raquette ; le vent cingle le visage ; les larmes emplissent les yeux ; la voix ne peut dépasser les lèvres... et d'aucuns, — trop hélas ! — grisés par cette vitesse, voudraient encore accélérer l'allure.....

A quelle vitesse marche-t-on? A combien de kilomètres à l'heure se précipite l'auto qui vous emporte? La montre à la main, le doigt sur le bouton de la trotteuse, on déclanchait brusquement celle-ci au moment où l'automobile dépassait une borne kilométrique et, à la borne suivante, on arrêtait, non moins brusquement, la marche de l'aiguille; puis, aidé d'un barème inscrit sur le cadran de la montre, on calculait que, pour un temps de 42 secondes, par exemple, la vitesse avait été de 86 kilomètres à l'heure. Et quelle fierté alors, d'avoir établi peut-être un record, d'avoir battu la moyenne d'un concurrent !



VOITURE MÉTÉOROLOGIQUE MILITAIRE

Etablie sur les plans du capitaine Sacconey, cette voiture contient tous les appareils indispensables au service de l'aéronautique et de l'aviation. On y voit la girouette-anémomètre destinée à indiquer la vitesse et la direction du vent.

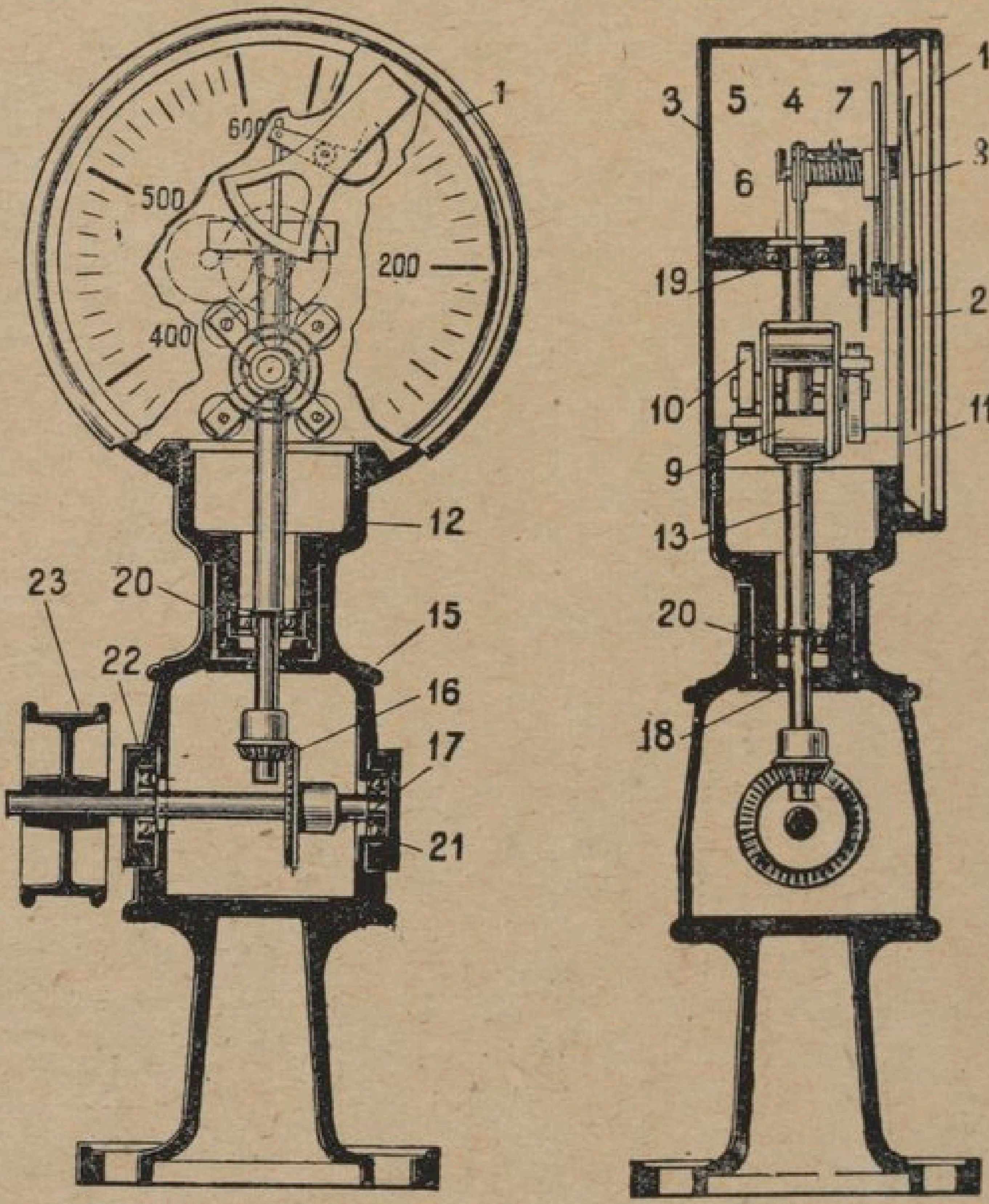
Ce procédé de la montre, peu pratique d'ailleurs, a été perfectionné comme toutes choses et remplacé par des appareils qui, à tout instant, à chaque seconde, indiquent la vitesse à laquelle se déplace la voiture. Désormais les affolés de vitesse peuvent consulter le cadran sur lequel l'aiguille se déplace, allant de zéro, indice de l'immobilité, jusqu'à 90, 100, 150 même, suivant le maximum présumé de vitesse possible. Il est même certains engins de course qui, sur des autodromes

spéciaux, ont obligé l'aiguille à dépasser les bornes du cadran gradué ; mais ce sont là des cas particuliers et rares, des performances que l'on cite et que l'on inscrit aux tables glorieuses des records.

Il ne faudrait pourtant pas conclure que ces appareils indicateurs ne sont utiles que dans les cas que nous venons de citer et n'ont point d'autre but que celui de régler la marche des recordmen ou d'activer les battements des cœurs que ces folles vitesses impressionnent. La Science n'a pas attendu l'automobile pour se préoccuper des mille cas où il est indispensable de noter la rapidité et la régularité de déplacement d'un organe quelconque. Il est des vitesses telles que l'imagination ne peut s'en faire une idée. La pensée, si rapide pourtant, ne voit pas tourner une dynamo, n'arrive pas à suivre dans sa course la marche d'un piston de moteur à explosions qui peut parcourir le cylindre 2.400 fois et plus par minute, 30 fois dans une seconde. Il faut pourtant pouvoir connaître, lire et noter ces vitesses, si grandes soient-elles.

Qu'il s'agisse de régler la marche d'un convoi, d'un défilé, ou, plus simplement, de se maintenir dans les limites fixées par le réglement sur la circulation et d'éviter la contravention, l'indicateur de vitesse s'impose. L'aéronaute ou l'aviateur s'en serviront pour évaluer la vitesse du vent ; le mécanicien, pour régler la marche de sa locomotive ; l'ingénieur, pour surveiller le travail du mécanicien ; le constructeur, pour mesurer la puissance du moteur qu'il met au point ; le commandant du sous-marin en plongée, pour connaître la vitesse de son bateau. Tous les ateliers de fabrication mécanique, les filatures et tissages, les papeteries, les usines hydrauliques pour le réglage des turbines, doivent pourvoir leurs machines et leurs transmissions d'appareils d'observation afin d'obtenir une production très régulière et un rendement maximum.

Tous ces indicateurs de vitesse, qui ne sont, en somme, que des compteurs de tours, dont les observations sont présentées au lecteur de différentes façons, portent des noms divers, suivant les ateliers d'où ils sortent. Ils s'appellent tachymètres, autodomètres, cinémomètres, anémomètres, speedomètres, aérocontrôleurs, stroboscopes, etc. On peut les répartir en quatre catégories, suivant le principe sur lequel ils reposent, suivant qu'ils sont à force centrifuge, magnétiques, ou encore électriques ou simplement mécaniques.



COUPE DU TACHYMÈTRE AVEC PENDULES A BIELLES CROISÉES.

1, *Cercle extérieur* ; 2, *glace* ; 3, *boîtier* ; 4, *ressort de liaison du modérateur* ; 5, *levier coudé du secteur* ; 6, *biellette de connexion* ; 7, *rateau* ; 8, *aiguille indicatrice* ; 9, *masses du régulateur* ; 10, *spiraux antagonistes* ; 11, *cadran* ; 12, *petit boîtier* ; 13, *axe du régulateur* ; 15, *boîte aux engrenages* ; 16, *pignons coniques* ; 17, *arbre de commande* ; 19, 20, 21, 22, *paliers et roulements* ; 23, *poulie de commande*.

Examinons tout d'abord le premier cas.

Dans les indicateurs à force centrifuge, l'axe du tachymètre actionne un régulateur à boules ou à masses qui agit sur un ressort à spirale d'une résistance appropriée. Se tendant d'autant plus que la vitesse de rotation est plus grande, ce régulateur détermine la mise en mouvement du modérateur, organe composé de différents mobiles, engrenages et pièces compensatrices, qui règle, sans secousses et sans oscillations, l'aiguille chargée d'indiquer sur le cadran la vitesse réa-

BIBLIOTHÈQUE DE LA ... MUSÉE

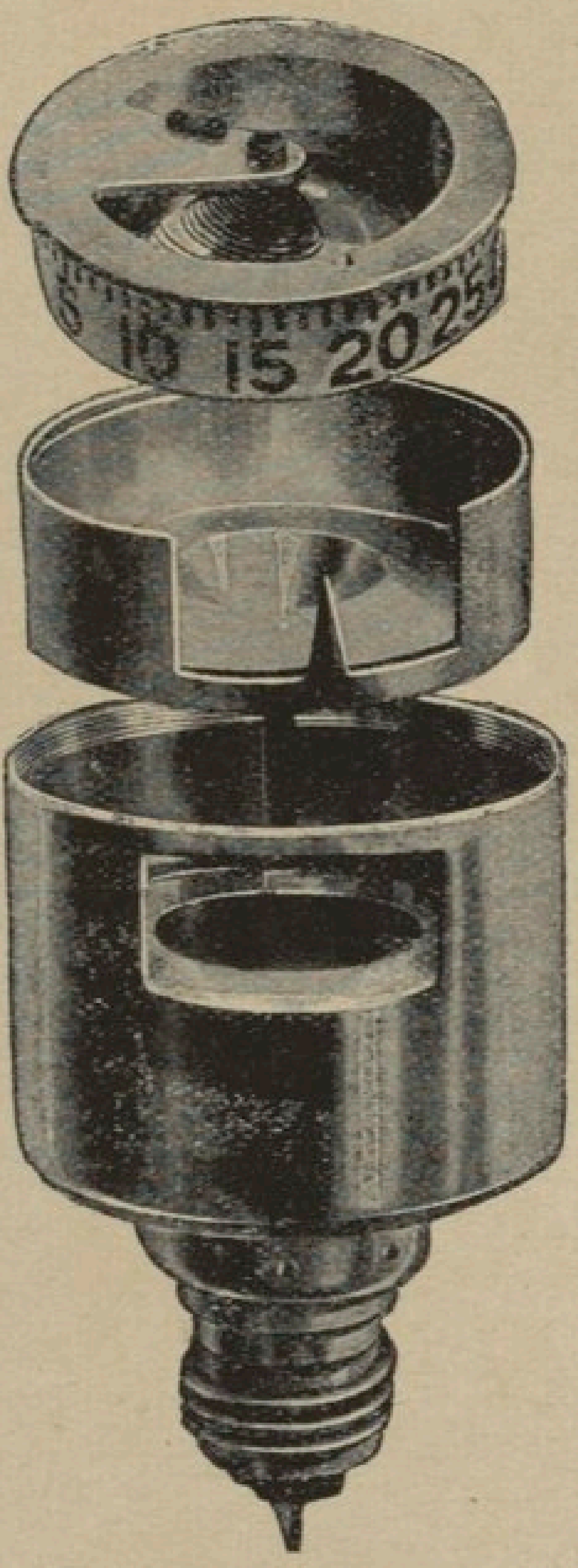
lisée. La graduation du cadran varie naturellement suivant les cas d'application ; les traits indiqueront des mètres ou des kilomètres, un tour, dix tours, cent tours, suivant le régime normal de l'engin, appareil ou machine que l'on veut contrôler.

C'est sur ce principe, adopté par l'ingénieur Alph. Daras, que sont basés les indicateurs à force centrifuge. Il en existe de différentes formes et dimensions ; il en est que l'on place à demeure, d'autres dont on se sert simplement à la main, en appliquant directement et à force le bout de l'axe sur l'arbre en mouvement.

Quelques systèmes d'indicateurs de vitesse à force centrifuge employent, au lieu du régulateur à boules ou à masses, un régulateur annulaire incliné, dit « tore », qui, par l'effet de la vitesse de rotation, tend à prendre une position perpendiculaire à son axe. Des ressorts antagonistes, l'effort cessant, le ramènent à sa position primitive. Par une biellette, prise en un point choisi du tore et reliée à un petit cylindre se mouvant à l'intérieur de l'axe, creux sur une certaine longueur, l'action du tore est soumise à un second organe, à la fois transmetteur de mouvement, modérateur et amortisseur des vibrations du système pendulaire et permettant à l'aiguille de se mouvoir sur le cadran avec facilité.

A ces tachymètres, on ajoute le plus souvent un compteur qui complète les indications en enregistrant et totalisant les nombres de tours. Il se peut aussi que la série des révolutions indiquées par l'aiguille du tachymètre ne se fasse pas à une allure régulière et rythmée et que l'on ait intérêt à conserver une trace de cette irrégularité de marche. Dans ce cas, on emploie un appareil enregistreur à bobine sur laquelle un levier, muni d'une plume, vient inscrire un trait plus ou moins irrégulier.

Les appareils magnétiques reposent sur le principe suivant : un aimant placé au-dessous d'un disque léger, en aluminium, donne naissance, en tournant, à un courant magnétique qui tendra à entraîner ce disque dans un mouvement giratoire de même sens. L'influence de l'aimant sur le disque sera d'autant plus forte qu'il tournera plus vite. Si au disque est attachée une des extrémités d'un ressort à spirale dont l'autre reste rivée à un point fixe, il s'ensuivra que le disque ayant à vaincre la résistance du ressort, calculée en conséquence, verra sa course limitée à moins d'un tour sur lui-même.



INDICATEUR DE VITESSE MAGNÉTIQUE

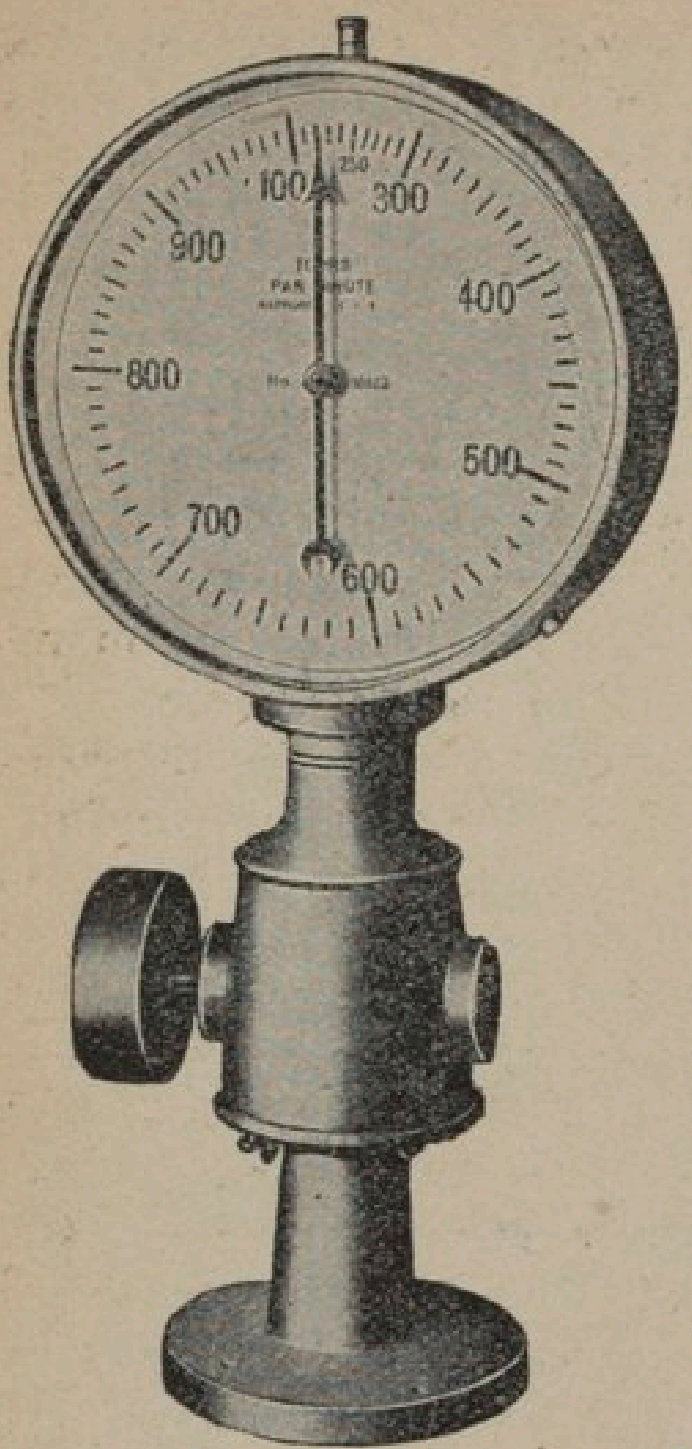
Cette gravure permet de voir superposées les diverses parties de l'appareil qui s'emboîtent l'une dans l'autre ; au fond, l'aimant annulaire qui, actionné par un flexible, commandera le déplacement latéral du cadran devant l'aiguille.

Chargez ce disque de commander une aiguille se promenant sur un cadran gradué, ou inscrivez sur le disque lui-même des chiffres qui viendront successivement se présenter devant une fenêtre ménagée dans le boitier qui enferme le mécanisme, et vous aurez un indicateur de vitesse magnétique.

Les appareils basés sur ce système sont assurément les plus simples, mais ils ont le défaut de pouvoir se désaimanter assez facilement et de subir une influence de la température ambiante atteignant 4 % par 10° centigrades, soit une erreur d'au moins 12 ou 15 % de l'été à l'hiver. La plupart ont aussi cette particularité peu recommandable d'être de fabrication ou d'origine allemande. La grande majorité des brevets exploités nous arrivent des bords de la Sprée ; ils portent les noms d'Otto Schulze, Hasler, Bergmann frères, O. S. Autometer Werke, Thormann, etc... ou se dissimulent assez fréquemment sous des appellations étrangères, qui ne sont que des licences d'exploitation.

Passons maintenant aux indicateurs électriques. Ceux-ci sont indifférents aux influences de la température et ont cet avantage de pouvoir transmettre leurs observations à de grandes distances. Ce genre d'appareils comporte deux parties distinctes : le transmetteur et l'indicateur.

Le transmetteur consiste en une petite magnéto qui donne un courant alternatif. Le fil induit est complètement immobile et, par conséquent, relié à la canalisation sans balais ni frotteurs susceptibles de s'user. Cette petite magnéto est mise en mouve-



TACHYMÈTRE A FORCE CENTRIFUGE DARAS

Dans cet appareil, commandé par une courroie, le cadran est gradué pour indiquer des kilomètres ou des tours suivant l'organe qu'il aura à contrôler.

ment par un bracelet en caoutchouc, monté, d'une part, sur sa poulie, et, d'autre part, sur une poulie à gorge fixée sur l'axe à contrôler. Elle se compose d'un aimant *a*, entre les branches duquel est fixée une bobine *b*, enroulée de fil de cuivre isolé, de section appropriée.

Entre deux flasques fixées de part et d'autre de l'aimant, tourne un arbre en fer doux *d*, traversant la bobine et portant deux épanouissements semi-circulaires, *e* et *e'*, également en fer doux, diamétralement opposés et entre lesquels la bobine de fil est placée. Cet arbre est représenté en schéma à la page suivante, fig 1.

L'arbre *d* est mis en mouvement de rotation par l'organe, une roue de véhicule, par exemple, dont il s'agit de vérifier la vitesse, par l'intermédiaire d'une poulie *g*. Si l'arbre *d* se met à tourner, on observe que dans la position indiquée par la figure 2, le flux magnétique duit par l'aimant et se rendant du pôle nord au pôle sud, traverse la bobine de gauche à droite en suivant très exactement l'armature en fer doux (direction indiquée par la flèche).

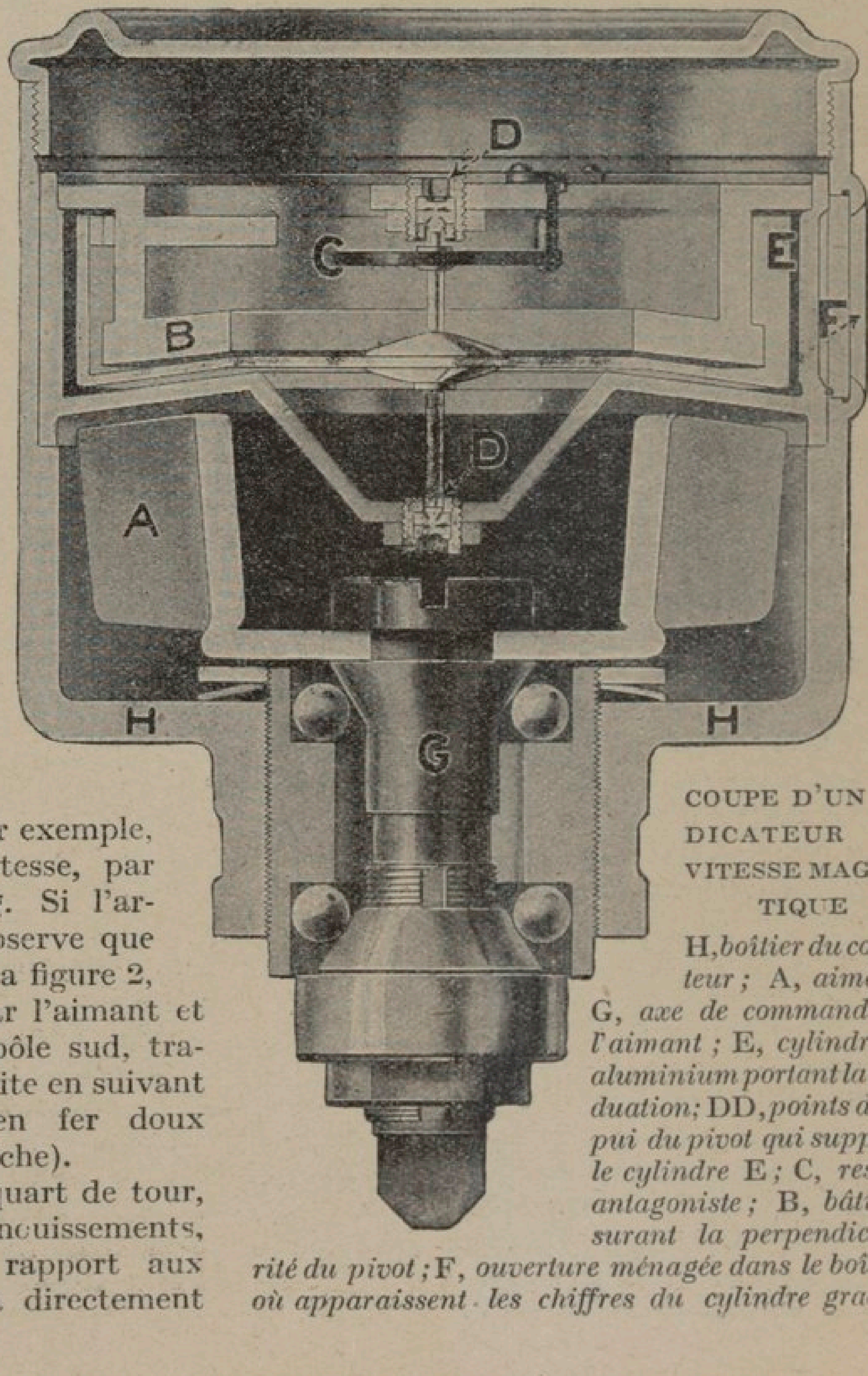
Dans la figure 3, après un quart de tour, la position des deux épanouissements, *e* et *e'*, étant normale par rapport aux pôles de l'aimant, le flux ira directement d'un pôle à l'autre sans traverser la bobine.

Dans la figure 4, après un nouveau quart de tour, le flux traversera de nouveau la bobine, mais de droite à gauche, c'est-à-dire en sens absolument inverse de ce qui se passe dans la position indiquée par la figure 2.

Enfin, après un autre quart de tour, les armatures reproduisent la figure 3 et le flux ne traverse plus du tout la bobine.

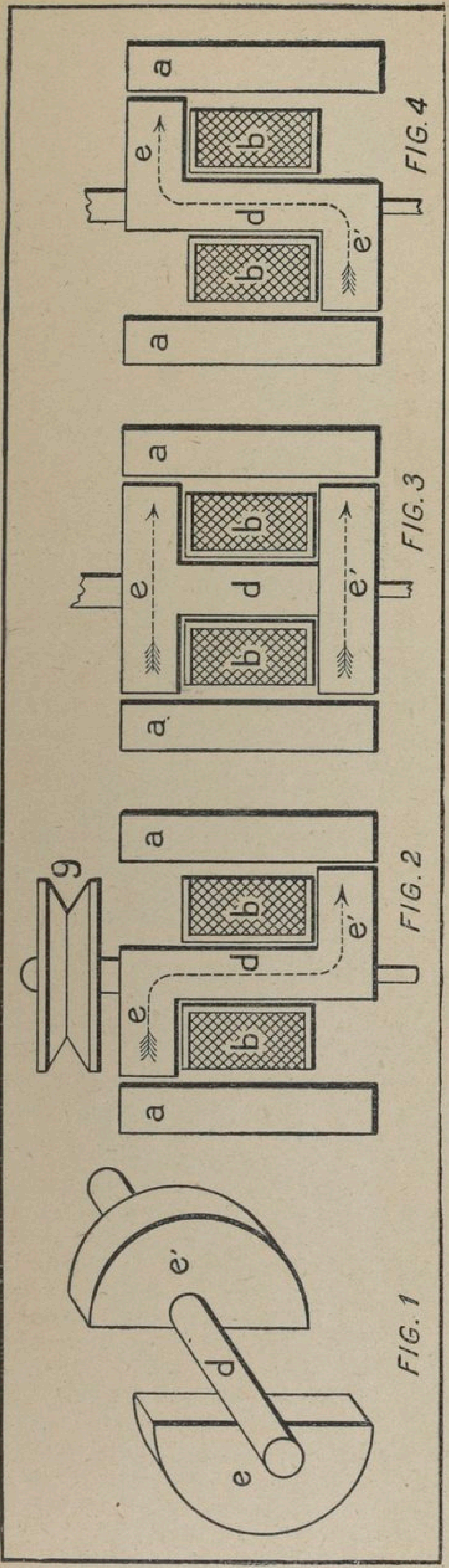
On voit donc que le flux est maximum deux fois par tour dans la bobine, mais chaque fois en sens inverse et qu'il est, en outre, nul dans la bobine deux fois par tour également. Chacune des variations du flux produit donc dans la bobine un courant alternatif, — ce qu'il fallait démontrer.

L'indicateur est un galvanomètre à dilatation, apériodique, c'est-à-dire que son aiguille prend la position d'équilibre sans être influencée par les trépidations ou vibrations. Le cadran est gradué de façon à indiquer les vitesses en kilomètres à l'heure.



COUPE D'UN INDICATEUR DE VITESSE MAGNÉTIQUE

H, *boîtier du compteur ;* A, *aimant ;* G, *axe de commande de l'aimant ;* E, *cylindre en aluminium portant la graduation;* DD, *points d'appui du pivot qui supporte le cylindre* E *;* C, *ressort antagoniste ;* B, *bâti assurant la perpendicularité du pivot ;* F, *ouverture ménagée dans le boîtier, où apparaissent les chiffres du cylindre gradué.*



FIGURES SCHÉMATIQUES MONTRANT LA MARCHE DU COURANT DANS LA MAGNÉTO CHAUVIN ET ARNOUX

a, *aimant* ; b, *bobine* ; ee', *masses en fer doux* ; d, *arbre en fer doux commandé par* g, *poulie qui reçoit le mouvement de l'arbre à contrôler. (On a pu lire dans le texte, à la page précédente, l'explication de la théorie de ce mouvement.)*

Le galvanomètre indicateur est relié au transmetteur par deux fils conducteurs dont la longueur peut varier suivant l'installation. Un compteur totaliseur kilométrique complète généralement cet appareil, qui donne de bons résultats.

Il nous reste à parler maintenant des indicateurs purement mécaniques.

La vitesse, au point de vue mécanique, est le rapport existant entre l'espace parcouru et le temps mis à le parcourir. On a donc imaginé un instrument, qui, d'une façon automatique et continue, par un procédé cinématique, donne le quotient de ces deux facteurs. La théorie sur laquelle il a été établi est la suivante : (Voir la figure à la page 100.)

Considérons une roue T engrenant avec la vis sans fin de l'arbre R au bout duquel se trouve une roulette Q. Cette roulette est constamment appliquée sur la surface d'un plateau P qu'un mouvement d'horlogerie fait tourner en fonction du temps. Si nous supposons que l'espace parcouru fait tourner la roue T dans un certain sens, il tendra à éloigner la roulette Q du centre du plateau. Mais comme celui-ci fait tourner la roulette sur elle-même, il dévisse sa tige de l'écrou formé par la denture de la roue T d'autant plus vite que la roulette s'éloigne plus du centre ; il tend donc à ramener à son centre la roulette Q. Celle-ci étant entraînée de gauche à droite par la vitesse, et de droite à gauche par le temps, vient choisir sur le plateau une position stable correspondant à l'équilibre de ces deux facteurs. Cette position exprime le quotient ou le rapport de ces deux facteurs.

En effet, si on désigne par M le mouvement d'éloignement de la roulette par rapport au centre du plateau, par N le mouvement qui tend à l'y ramener, puisqu'il y a équilibre, on peut poser l'égalité :

$$M - N = O \text{ ou } M = N.$$

Or, d'après ce que nous avons dit plus haut, N est proportionnel au mouvement du plateau P, c'est-à-dire au temps multiplié par a qui est la distance de la roulette au centre, M est proportionnel à l'espace parcouru, l'équation devient donc :

$$a \times \text{temps} = \text{espace parcouru}$$

d'où nous tirons définitivement :

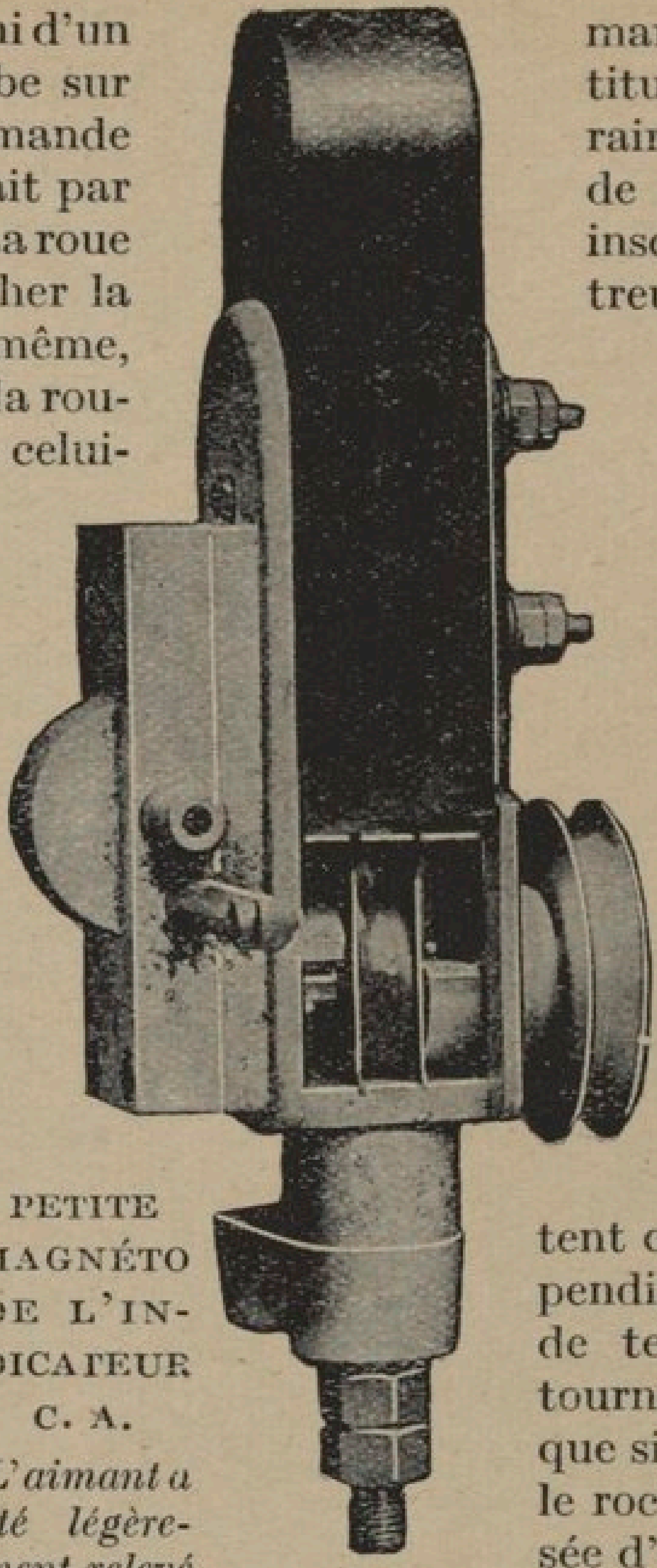
$$a = \frac{\text{espace parcouru}}{\text{temps}} = \text{vitesse.}$$

Cette distance a est traduite à l'œil par le déplacement d'une aiguille devant un cadran à divisions absolument équi-

distantes ou par un levier muni d'un style qui enregistre la courbe sur la bobine de papier. La commande de l'aiguille ou du levier se fait par l'extrémité de la vis sans fin. La roue *T'* n'a pour but que d'empêcher la vis sans fin de dégrener. De même, afin d'éviter le glissement de la roulette sur le plateau, on double celui-ci d'un autre plateau parallèle, tournant en sens inverse et qui, comprimant la roulette, en augmente suffisamment l'adhérence.

Voici comment s'établit le mécanisme basé sur cette intéressante théorie :

La poulie *A* qui, au moyen d'une courroie, est en prise avec l'organe à contrôler, est montée sur le grand axe *R*, muni à son extrémité d'une vis sans fin. Sur cet axe est disposé un disque *D* qui, par un galet de friction *F*, entraîne un arbre secondaire *G* par lequel sont mis en mouvement les deux plateaux *P* emprisonnant la roulette *Q* (fig. page 101). Un mouvement régulateur d'horlogerie, monté sur cet arbre secondaire, fait tourner les deux plateaux en fonction du temps.



PETITE MAGNÉTO DE L'INDICATEUR C. A.

L'aimant a été légèrement relevé pour laisser voir les deux épanouissements semi-circulaires dont la rotation autour de la bobine produit le courant alternatif.

D'autre part, la vis de l'axe *R* entraîne par engrenage la roue dentée *T* attelée de son côté à la vis sans fin de l'arbre *K*.

C'est le mouvement ascendant (suivant la théorie exposée plus haut) de l'arbre *K* qui, par un renvoi articulé *M* et un secteur denté *N* actionne l'aiguille et le levier muni du style enregistreur. C'est sur ces données qu'est construit l'indicateur de l'ingénieur Richard.

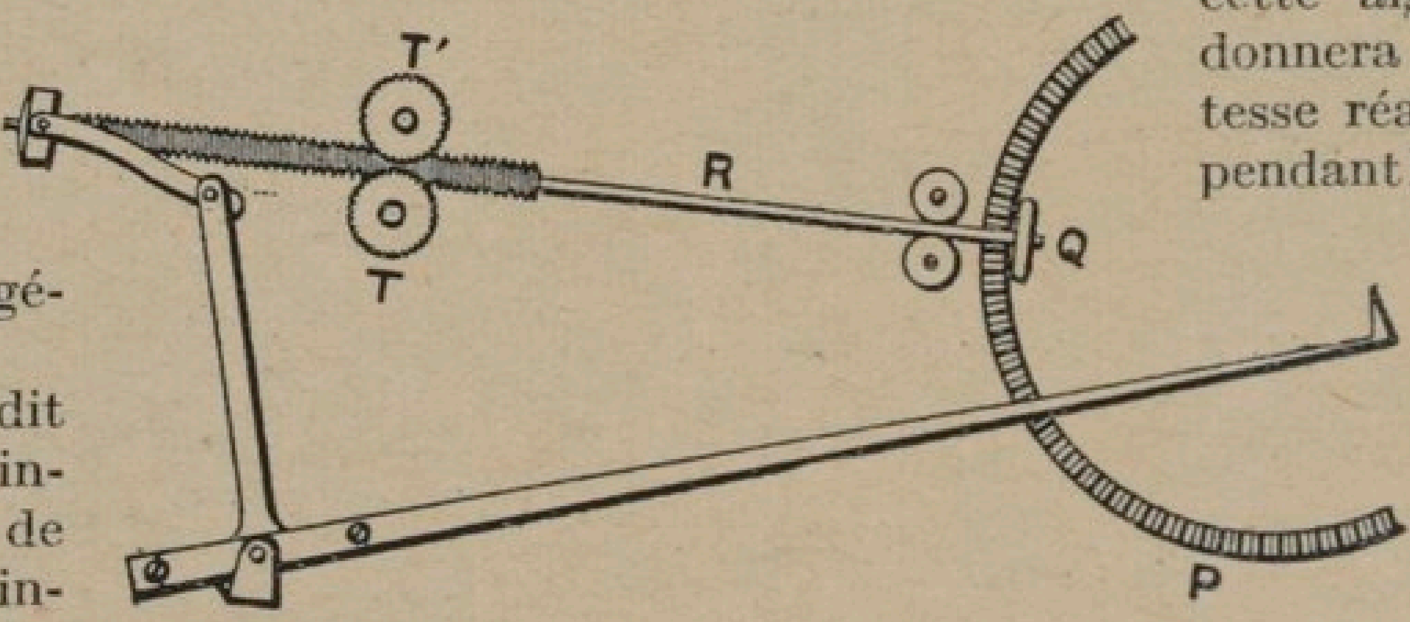


SCHÉMA DU DISPOSITIF DE L'INGÉNIEUR RICHARD

L'arbre R *porte à son extrémité une roulette* Q *qu'entraîne par frottement le plateau* P. *Sur l'arbre une vis sans fin engrène avec les roues* T *et* T'. *A l'extrémité de l'arbre* R, *sont les bras de leviers et la tige stylo-enregistreuse.*

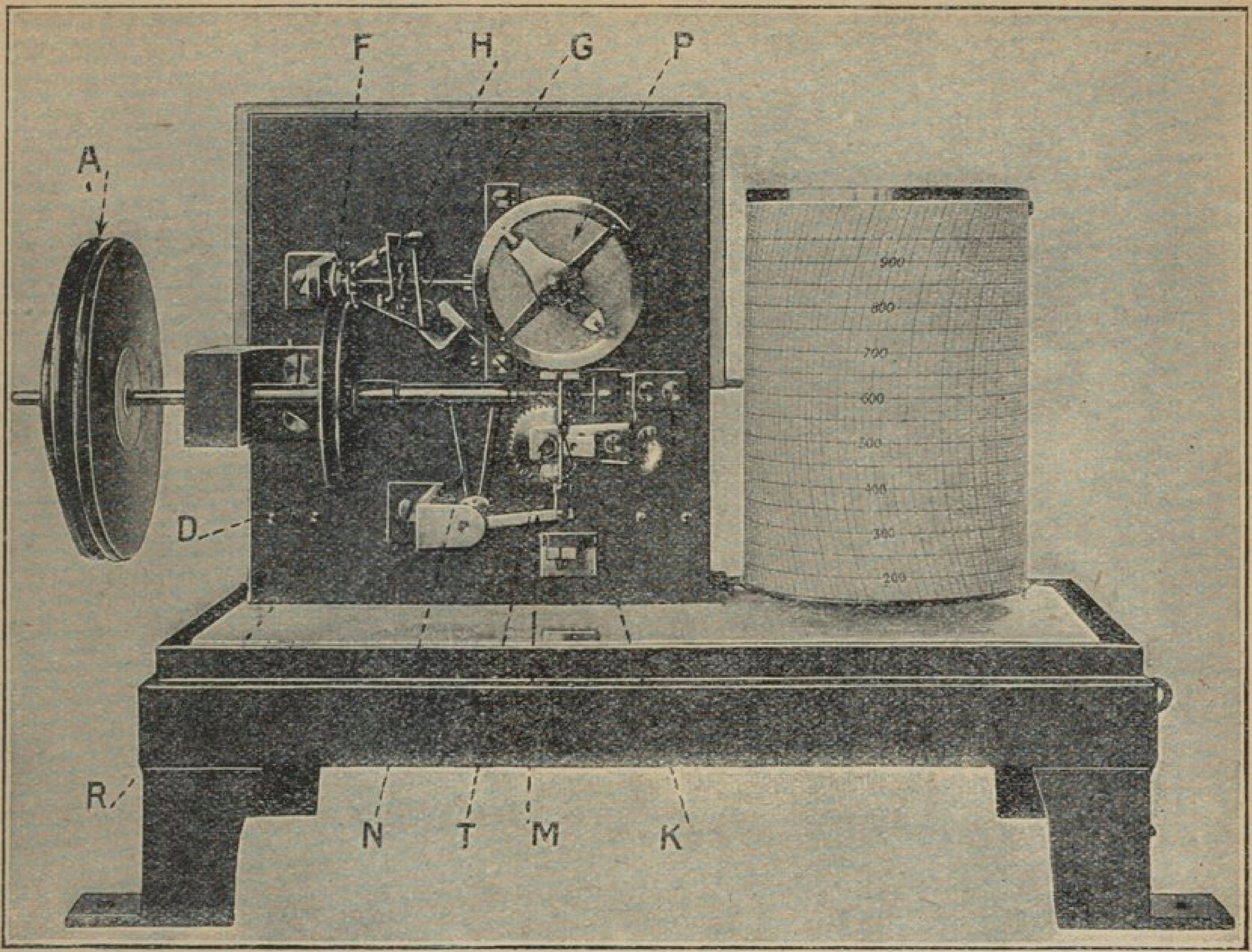
Nous avons dit plus haut que l'indication exacte de la vitesse est indispensable sur les locomotives. C'est elle, en effet, qui permet au mécanicien de régler la marche de sa machine avec exactitude, d'observer fidèlement l'horaire qui lui est imposé et aussi de contrôler, grâce aux graphiques inscrits sur les rouleaux enregistreurs, si les ordres donnés ont été rigoureusement exécutés.

L'appareil employé généralement sur nos réseaux est dû à M. Flaman, ingénieur de la Compagnie de l'Est. Il est entièrement mécanique. Schématiquement, le dispositif peut s'exposer ainsi : Deux rochets *A* et *B*, indépendants l'un de l'autre, tournent autour de l'arbre *P*. Commandés par des ressorts qui tendent à les entraîner dans le sens de la flèche (fig. p. 101), de gauche à droite, ils sont maintenus en place par les cliquets *C* et *C'*. Ces deux rochets portent chacun une goupille *G* et *G'* perpendiculaire à leur plan et placée de telle façon qu'elles décriront, en tournant, le même cercle, c'est-à-dire que si le rochet *B* tourne plus vite que le rochet *A*, la goupille *G'* sera poussée d'autant par la goupille *G*.

Ceci posé, admettons que le rochet *B* est entraîné par l'organe à contrôler, de droite à gauche, en sens inverse de la flèche. La goupille *G* pousse la goupille *G'*. Mais au bout de quelques secondes (4 et 8/10^e en la circonstance), l'entraînement cesse ; le cliquet *C* se détache, et le rochet *B*, libéré, ramené par le ressort, revient à sa position de départ, tandis que le rochet *A* et sa goupille *G'*, retenus par le cliquet *C'*, restent en place.

Si, de son côté, le rochet *B* commande l'aiguille indicatrice, la position dans laquelle cette aiguille restera fixée donnera exactement la vitesse réalisée tout au moins pendant les 4 secondes 8/10^e qu'aura duré la marche du rochet.

Le déplacement du rochet moteur *B* est d'autant plus grand que la vitesse est plus grande ; donc, tant que la vitesse augmentera, la goupille *G'* et, avec elle, l'aiguille de



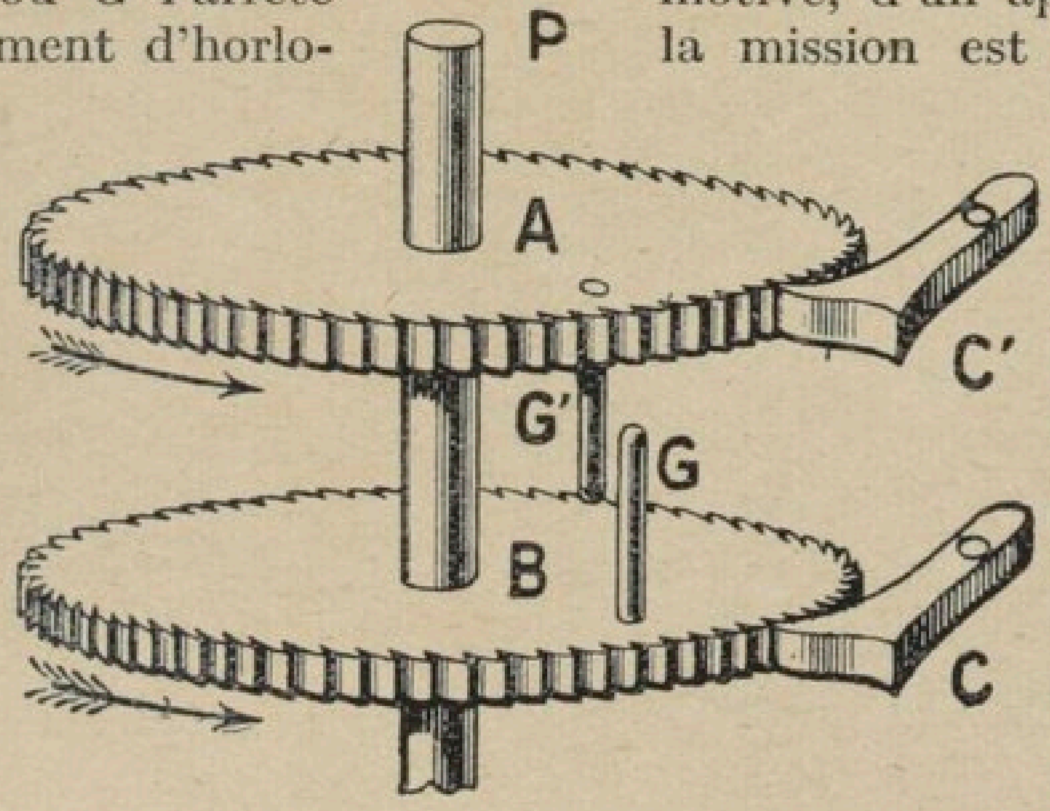
VUE GÉNÉRALE DU MÉCANISME DE L'INDICATEUR G. RICHARD

A, *poulie reliée à l'organe à contrôler ;* R, *axe commandé par la poulie ;* D, *disque conique ;* F, *galet de friction commandant l'arbre* G ; H, *régulateur à boules ;* P, *plateau ;* T, *roue dentée entraînée par la vis sans fin de l'arbre* R *et entraînant elle-même l'arbre* K *à l'extrémité duquel est la roulette* Q, *cachée ici par le plateau* P ; M, *bras de levier ;* N, *recteur denté.*

l'indicateur seront poussés plus loin. Si, au contraire, la vitesse diminue, le cliquet *C'* se déclanche automatiquement et *G'* est ramené vers la droite, dans le sens de la flèche, jusqu'au point où *G* l'arrête de nouveau. Un mouvement d'horlogerie comportant échappement, ancre, balancier, règle tous ces mouvements de telle sorte que l'on obtient 750 indications successives en une heure. Ce mouvement d'horlogerie est lui-même actionné par une série de ressorts contenus dans deux barillets métalliques.

L'effet de ces ressorts qui se détendent successivement l'un après l'autre, s'exerce pendant une heure environ, sans qu'il y ait lieu de toucher à l'appareil, qui se remonte automatiquement tant que la locomotive est en marche.

On comprend l'importance, sur une locomotive, d'un appareil de ce genre dont la mission est non seulement d'indiquer la vitesse, mais aussi d'enregistrer, à côté de ces vitesses, le chemin parcouru, les disques franchis, ouverts ou fermés, les ralentissements. C'est un moyen de contrôle parfait pour l'ingénieur ; c'est aussi, pour le mécanicien, une excellente garantie, car, si la bande de papier signale les fautes commises, elle permet également d'établir les responsabilités, et, plus d'une fois,



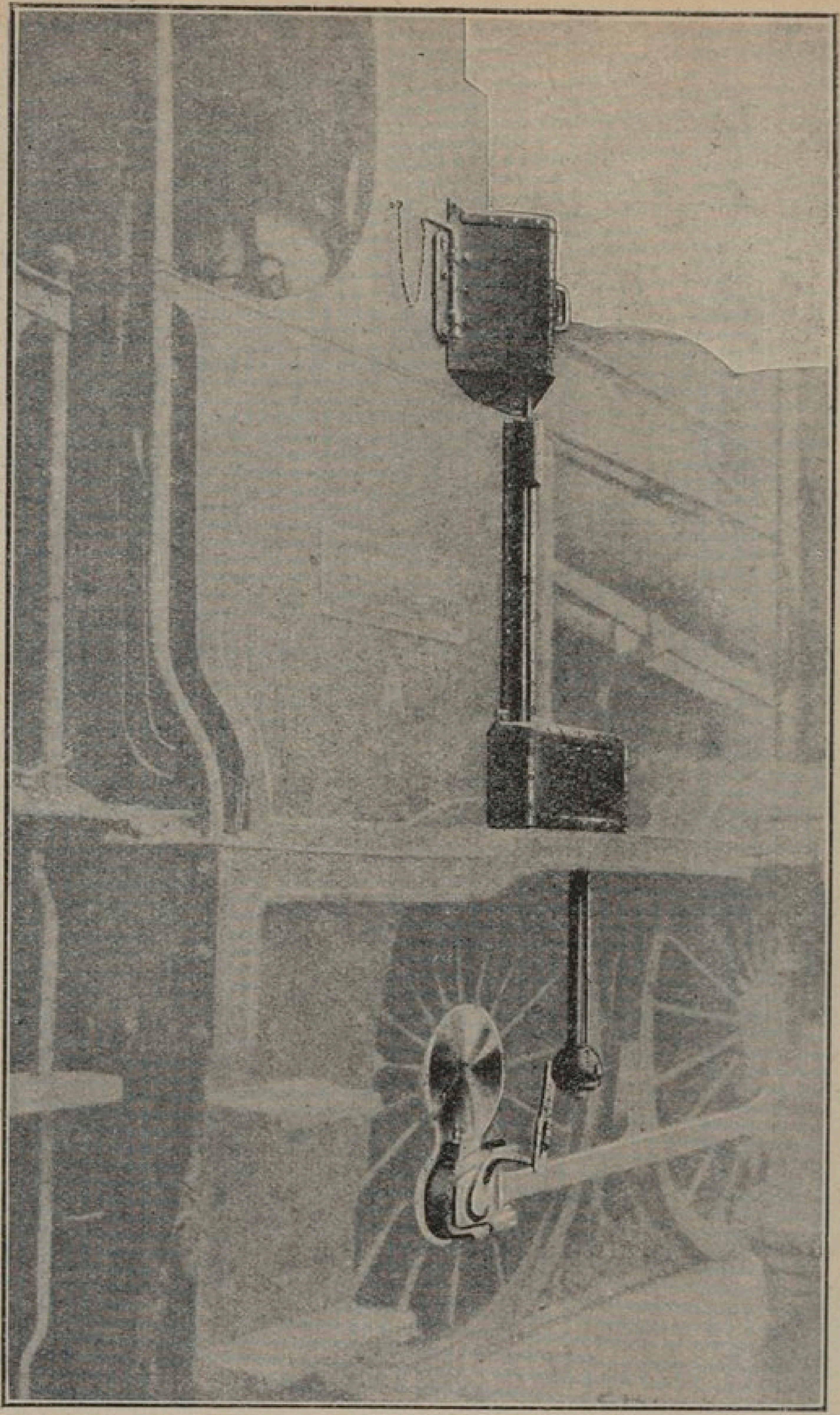
DISPOSITIF DE L'INDICATEUR FLAMAN

A et B, *rochets tournant, indépendamment l'un de l'autre, autour de l'arbre* P ; C C' *cliquets ;* G G' *goupilles tournant dans le même plan.*

elle a disculpé le conducteur que l'on accusait d'un accident dont il était innocent.

Ces indicateurs sont utilisés aussi dans la marine de guerre. Chaque navire en possède un certain nombre placés dans différents postes, aux machines, sur la passerelle de commandement, dans les batteries, tous marchant synchroniquement. Le chef de pièce, sachant ainsi à quelle vitesse marche le navire, peut aisément calculer sa dérive, régler le pointage et assurer la parfaite efficacité du tir.

L'étude, enfin, des divers phénomènes physiques où le vent joue un rôle important, phénomènes météorologiques ou science de l'aéronautique et de l'aviation, a conduit les savants à établir des appareils connus sous le nom générique d'anémomètres. Ceux-ci ont été basés, en tant que mécanisme indicateur, sur les principes que nous venons d'établir. Leur commande s'effectue à l'aide d'hélices aériennes ou du moulinet Robinson.



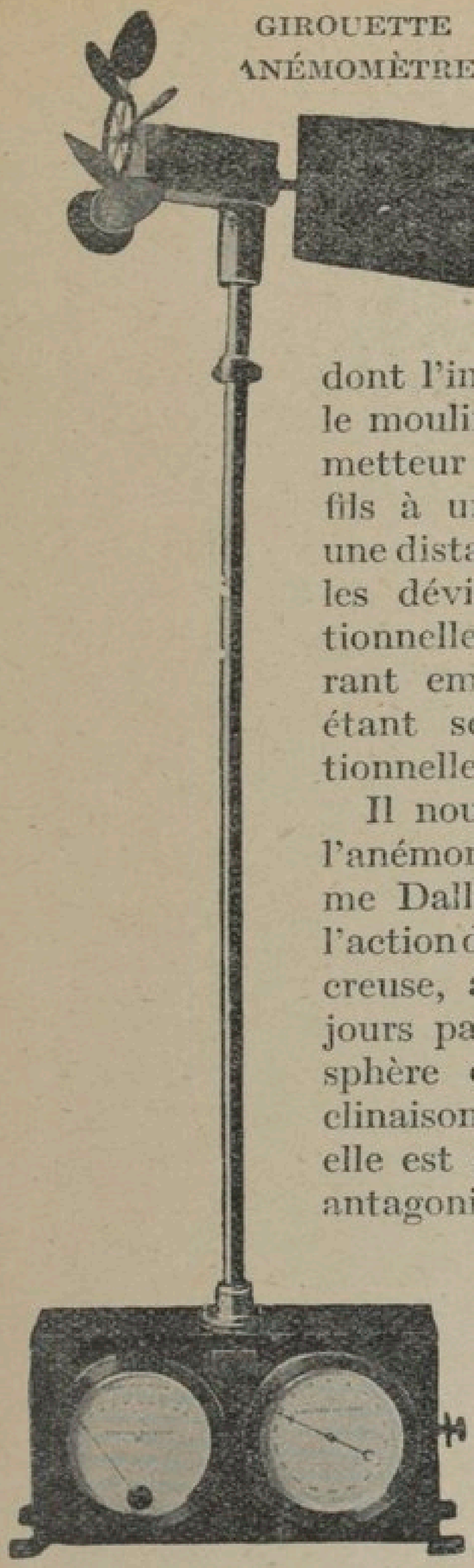
MONTAGE DE L'INDICATEUR-ENREGISTREUR DU SYSTÈME FLAMAN SUR UNE LOCOMOTIVE

C'est par des commandes rigides et des renvois angulaires que le mouvement de rotation de la roue est transmis au cadran que le mécanicien a sous les yeux.

Ce moulinet se compose de quatre coupes hémisphériques fixées à l'extrémité de quatre bras montés sur un moyeu solidaire d'un axe vertical. Les dimensions de ce moulinet sont telles qu'un tour correspond à 6 mètres de vent passé, de sorte que, pour déterminer la vitesse du vent, il suffit simplement de compter le nombre de tours pendant un certain nombre de secondes et de diviser le premier nombre par le second. En pratique, on compte le nombre de tours du moulinet pendant une minute ; en divisant le nombre obtenu par dix, on a la vitesse moyenne du vent en mètres par seconde pendant l'expérience.

Afin de faciliter le compte des tours du moulinet, on peint une coupe noire et les trois autres blanches ; chaque passage de la coupe noire représente ainsi six mètres de vent passé. Mais ce système est inutilisable la nuit.

Pour connaître la vitesse du vent sans avoir de calculs à faire, on dispose sur le moulinet un contact électrique qui fait avancer par sauts, durant 20 secondes, l'aiguille du galvanomètre récepteur. Si le vent souffle en rafales, l'avancement de l'aiguille a lieu par sauts irréguliers. Au bout de 20 secondes, l'arrêt de l'aiguille indique la vitesse moyenne du vent pendant la période écoulée. Après cet arrêt, l'aiguille revient au zéro et repart à nouveau. L'instrument permet donc exactement deux observations par minute. Une simple pile Leclanché ou un élément d'accumulateur



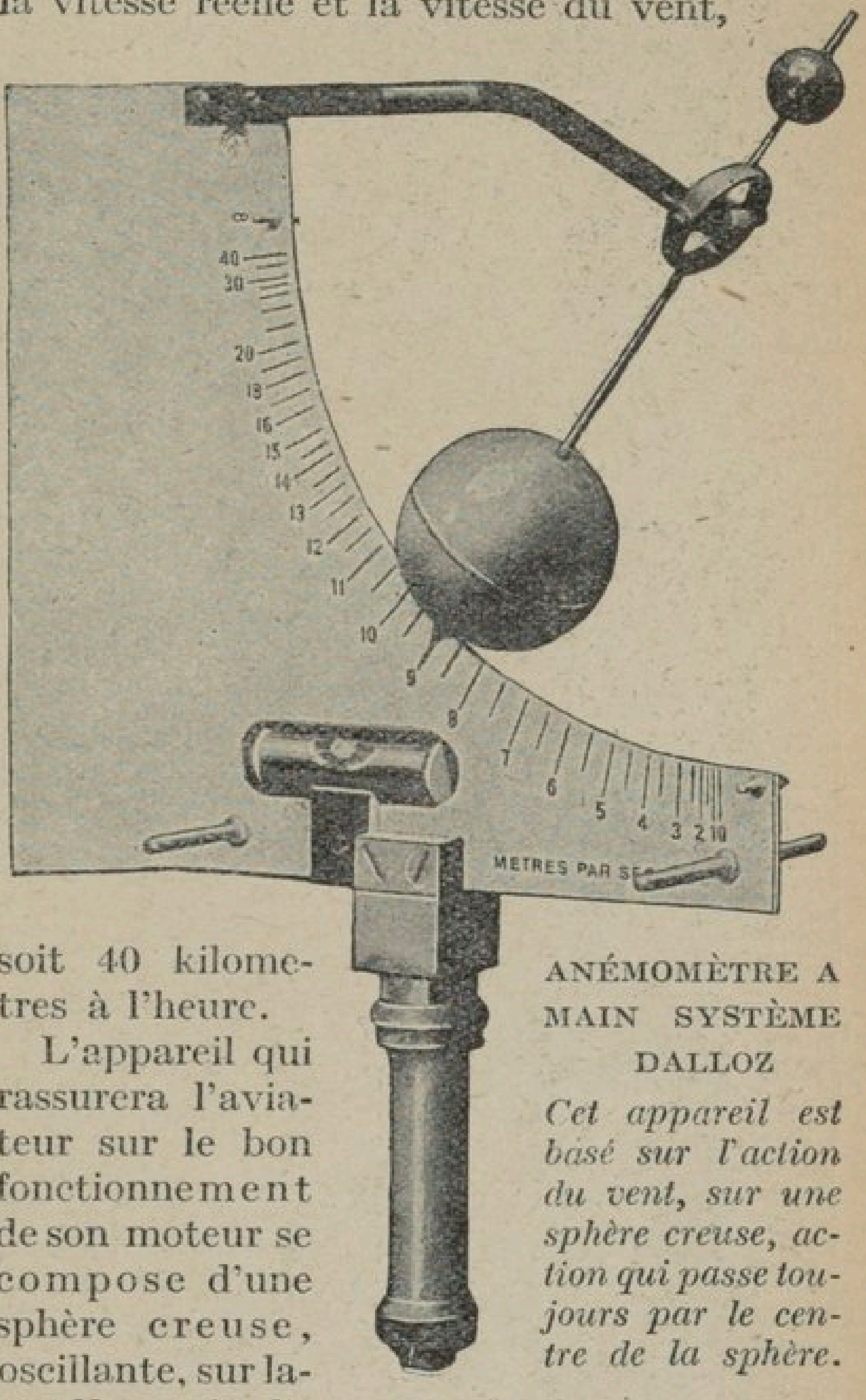
GIROUETTE ANÉMOMÈTRE

suffit pour fournir le courant nécessaire.

Un autre système consiste à faire actionner par un moulinet une magnéto dont l'induit est entraîné par le moulinet. Ce groupe transmetteur est relié par deux fils à un voltmètre placé à une distance quelconque, dont les déviations sont proportionnelles à la tension du courant employé, cette tension étant sensiblement proportionnelle à la vitesse du vent.

Il nous faut signaler aussi l'anémomètre à main, système Dalloz, qui est basé sur l'action du vent sur une sphère creuse, action qui passe toujours par le centre de cette sphère quelle que soit l'inclinaison de la tige à laquelle elle est suspendue. La force antagoniste est celle que la pesanteur exerce sur la sphère elle-même. Notre figure de droite explique clairement le fonctionnement de l'appareil.

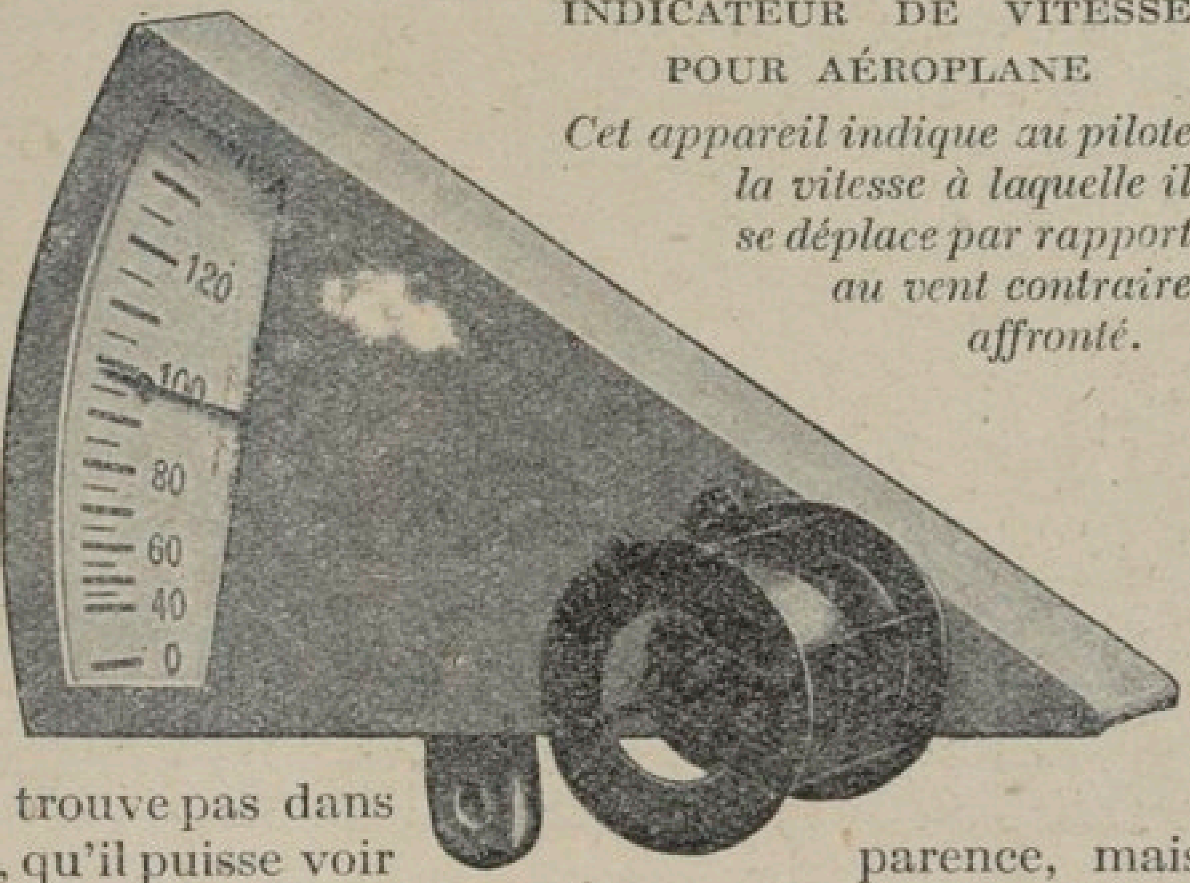
Pour l'aviateur, la connaissance de la vitesse de son avion, par rapport à l'air, présente un très grand intérêt ; elle est souvent, pour lui, le seul moyen de se rendre compte du rendement de son moteur et par conséquent de son bon fonctionnement. Sachant, par exemple, que, dans les meilleures conditions, son avion peut atteindre une vitesse de 140 kilomètres à l'heure, il faut, pour juger s'il se trouve ou ne se trouve pas dans ces bonnes conditions, qu'il puisse voir si, exactement, il atteint cette vitesse. Or, tout en marchant à 140 kilomètres, il est très possible que, par rapport au paysage au-dessus duquel il se déplace, il paraisse n'avancer que lentement ; c'est ce qui se produit si l'avion avance dans un vent contraire de 30 mètres à la seconde. La vitesse apparente sera la différence entre la vitesse réelle et la vitesse du vent, soit 40 kilomètres à l'heure.



ANÉMOMÈTRE A MAIN SYSTÈME DALLOZ

Cet appareil est basé sur l'action du vent, sur une sphère creuse, action qui passe toujours par le centre de la sphère.

L'appareil qui rassurera l'aviateur sur le bon fonctionnement de son moteur se compose d'une sphère creuse, oscillante, sur laquelle agit le vent ; cette sphère est rappelée par un ressort antagoniste et son mouvement est transmis à une aiguille qui se déplace sur un cadran chiffré. Cet appareil se fixe sur l'aéroplane, la pointe en avant et en dehors, bien entendu, du champ d'action de l'hélice.



INDICATEUR DE VITESSE POUR AÉROPLANE

Cet appareil indique au pilote la vitesse à laquelle il se déplace par rapport au vent contraire affronté.

Et c'est ainsi que, pour chaque besoin nouveau, la Science crée l'organe. Appareils si compliqués en apparence, mais si simples au fond et si pratiques que l'on se demande comment on a pu s'en passer jusqu'ici.

PAUL MEYAN.

LA PLUS RÉCENTE PHOTOGRAPHIE DU GÉNÉRAL PÉTAIN

Le général Pétain, très populaire au front, a été nommé commandant en chef des armées du Nord et du Nord-Est en remplacement du général Nivelle, appelé à un autre commandement.

LES NOUVEAUX RÉSULTATS DE L'OFFENSIVE FRANCO-ANGLAISE

En évacuant les saillants de Noyon et d'Arras, Hindenburg espérait gagner du temps et avoir tout loisir de parachever le système défensif, en grande partie organisé d'avance, mais resté incomplet aussi sur certains points, derrière lequel ses troupes s'étaient repliées. Nos alliés anglais se chargèrent de déranger ses combinaisons par la promptitude avec laquelle ils se trouvèrent prêts à prendre l'offensive, et si puissante fut leur action qu'ils réussirent à enlever en peu de temps un des points d'appui les plus essentiels des lignes allemandes : le barrage naturel que forme vers Lens, Douai et Cambrai, la crête de Vimy.

Dans la journée du 6 juin, ils attaquaient les Allemands en Belgique occidentale et s'adjugeaient une belle et nouvelle victoire

L'offensive française, qui s'est produite en Champagne, ne pouvait prétendre aux mêmes effets de surprise. Ce n'est un secret pour personne qu'elle n'a pas donné les grands résultats qu'on en avait espérés. N'empêche que la conquête d'une bonne partie du chemin des Dames, celle des hauteurs de Moronvilliers, avec un chiffre imposant de prisonniers, peuvent être tenues pour un succès. Et il est un fait certain, sur lequel on ne saurait trop insister, c'est que, malgré les effectifs qu'ils ont pu prélever sur le front russe, les Allemands se sont trouvés impuissants à passer à une contre-offensive efficace ; aussi vaines que coûteuses ont été toutes leurs tentatives pour nous reprendre le terrain gagné. Les Anglais ont également conservé toutes leurs positions.

Les péripéties de la bataille de l'Artois

C'est le 9 avril que les Anglais, attaquant sur un front de plus de 20 kilomètres, firent sauter le pivot de la défense allemande dans l'Artois. Il est représenté, comme l'on sait, par une ligne de hauteurs orientée du nord-ouest au sud-est, faisant rempart vers la plaine de Douai. L'extrémité nord de ces ondulations de terrain : le plateau de Lorette, nous était revenue à la suite de notre offensive de mai 1915. Une partie du couloir séparant ce plateau de la crête de Vimy, couloir où serpente la rivière Souchez, avait été occupée par nous quelques mois plus tard, en septembre, mais toutes nos tentatives contre la crête de Vimy étaient restées vaines. Il fallait, pour forcer cette position maîtresse, un matériel d'artillerie dont nous ne disposions pas à l'époque.

Ce matériel, nos alliés purent le mettre en ligne, et aucun obstacle ne lui résista.

Dans la nuit du 8 au 9, le bombardement ne fut ni plus ni moins violent que les jours précédents, quand, tout à coup, un peu avant l'aube, toute l'artillerie britannique se mit à cracher, écrasant de ses feux concentrés les fortes lignes allemandes.

Les vagues d'assaut, parties à 5 h. ½ de la fosse de Calonne, de Noulette, de l'est de la route de Béthune à Arras, de l'ouest de Givenchy, de l'est de Neuville-Saint-Vaast, de

GÉNÉRAL ALLENBY

Commandant en chef la cavalerie britannique dans le secteur d'Arras.

GÉNÉRAL HORNE

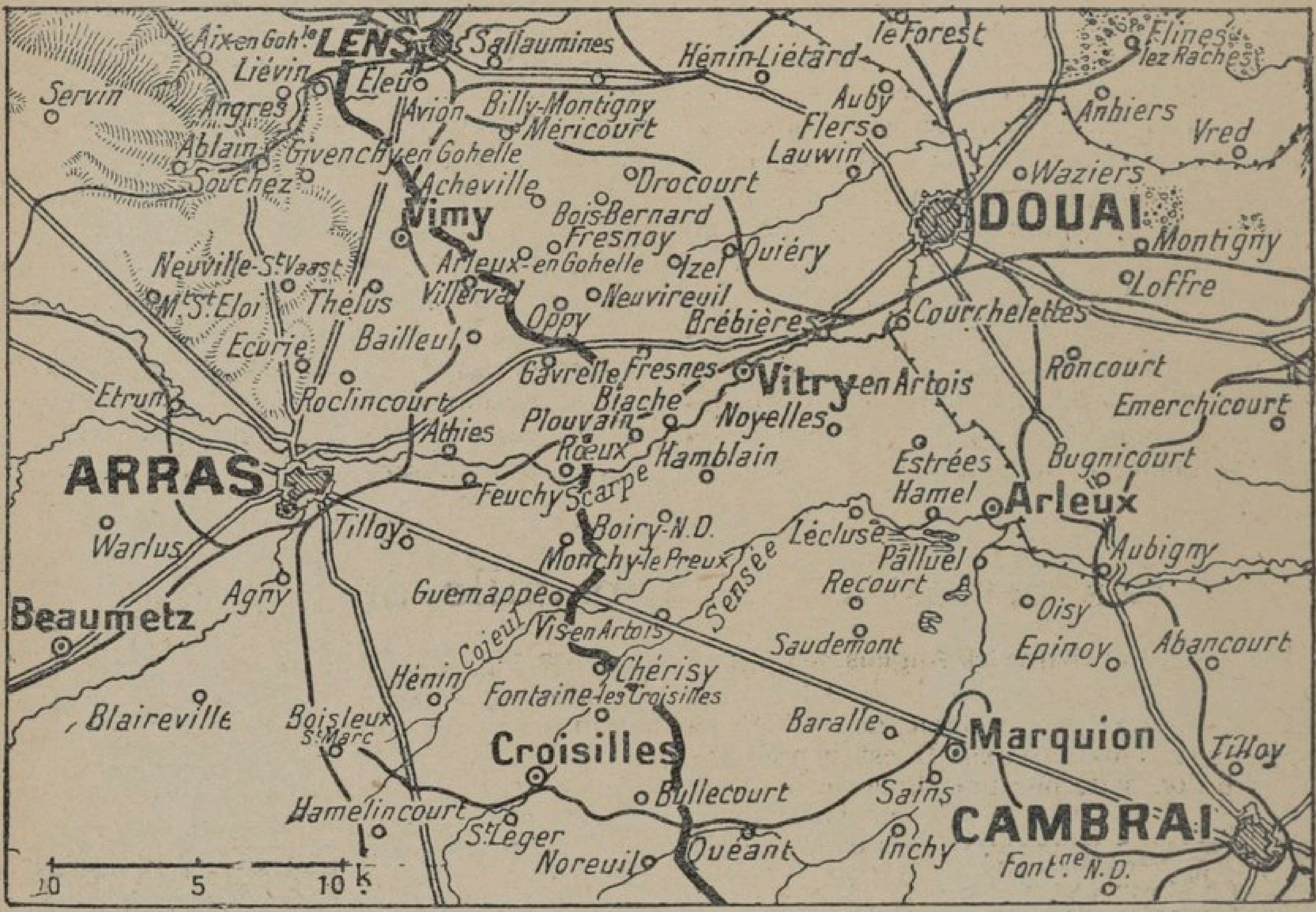
Commandant les divisions anglaises d'attaque entre Lens et Arras.

Roclincourt et de Beaurain, allèrent aborder les positions allemandes du sud de Givenchy, les vergers de la Folie, la crête de Vimy, Thélus, Athies, Saint-Laurent-Blangy, Tilloy-les-Mofflaines. Neuille-Vitasse, ainsi que Henin-sur-Cojeul.

Les premières et deuxièmes lignes de tranchées allemandes furent rapidement enlevées. A une heure, la troisième était prise et la facilité avec laquelle les vaillants Canadiens du général Horne s'emparèrent de la crête de Vimy surprit les Anglais eux-mêmes. Le soir, l'ennemi n'en tenait plus les Allemands eurent beau lancer assaut sur assaut pour reprendre la position, leurs efforts ne leur valurent qu'un surcroît de pertes. Ils furent délogés de même de Farbus, ainsi que du bois de ce nom. Enfin, à 8 heures du soir, nos alliés tenaient les lisières de Monchy-le-Preux, à 8 kilomètres d'Arras.

En deux jours de bataille, les Anglais avaient fait plus de 11.000 prisonniers et capturé plus de 100 canons, dont un certain nombre de pièces lourdes de tous calibres.

Le 11, le mauvais temps ralentit les opérations. Cependant, nos alliés prennent d'as-



LE FRONT BRITANNIQUE AU NORD ET A L'EST D'ARRAS, A LA DATE DU 4 JUIN 1917

que l'extrémité nord. Au centre, des régiments de la métropole faisaient des progrès plus étendus encore. Après un combat des plus vifs, ils s'emparaient du Triangle, le terrain compris à l'est d'Arras, entre les lignes ferrées Arras-Lens et Arras-Douai ; puis, immédiatement au sud du Triangle, ils prenaient un système de tranchées extrêmement puissant surnommé la Harpe.

Au cours de cette première journée, nos alliés avaient progressé de 3 à 5 kilomètres, la plus grande profondeur ayant naturellement été atteinte tout à fait au sud.

Le 10, l'ennemi tenait toujours le rebord nord de la crête de Vimy, il se maintenait à Petit-Vimy, à Farbus, et, plus loin, sa nouvelle ligne passait par Bailleul-sur-Berthout, Fampoux, Monchy-le-Preux, Guemappe, Wancourt, Heninel. Toute la journée on se battit sur le nord de la crête de Vimy, mais saut le village de Monchy-le-Preux et, pour la première fois, ils abordent, au village de Bullecourt, les éléments avancés de la fameuse ligne Hindenburg. Ils s'en rendent maîtres un moment, mais, contre-attaqués par des forces importantes, ils sont forcés de se replier sur leurs tranchées de départ.

Le 12, les Anglais enlèvent une série de positions de part et d'autre de la rivière Souchez, et sur la route d'Arras à Cambrai. Après avoir pris d'assaut les villages de Wancourt et d'Heninel, ils franchissent le Cojeul, sans éprouver de pertes sérieuses.

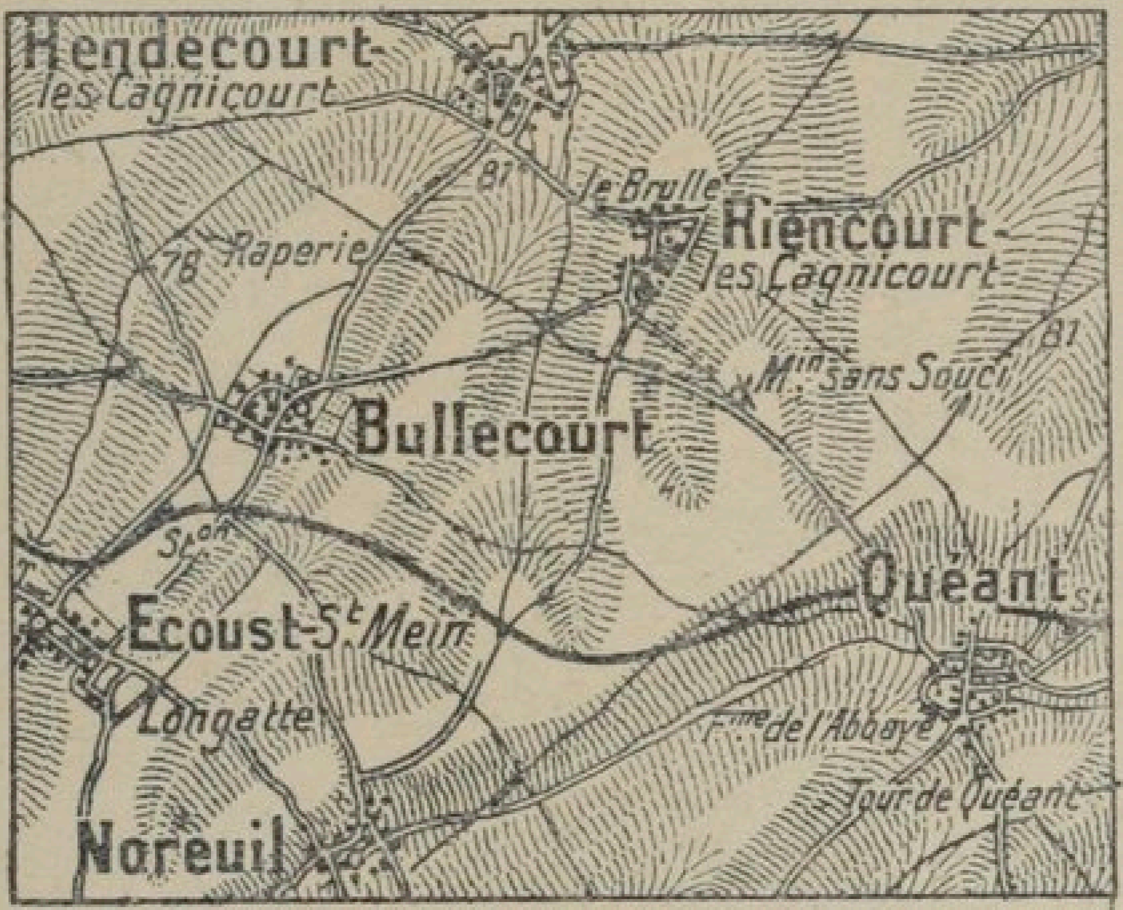
Le 13, journée brillante et décisive. Les Allemands sont définitivement chassés de la falaise de Vimy. Au nord de la crête, Angres et Givenchy-en-Gohelle tombent aux mains de nos alliés. Sur les contrepentes de la crête, après de vigoureuses actions, ils s'emparèrent de Vimy et de Petit-Vimy.

Le 14, succès tout aussi net avec une attaque qui s'élargit dans la direction de Lens. Dans la nuit du 13 au 14, les Anglais s'emparent de la gare de Vimy, où les Allemands restent cramponnés, et du moulin Buquet, sur la Souchez, entre Givenchy et Angres. Entourant de la sorte Lens sur un demi-cercle jalonné par Loos, Angres, Vimy, ils pouvaient s'attaquer directement au grand centre minier. Le matin, ils enlevaient Liévin, au sud-est de Loos, malgré une résistance acharnée de l'ennemi, qui avait entassé dans la petite ville canons et mitrailleuses. Le butin fait par nos alliés s'en ressentit d'ailleurs. Dans l'après-midi, les Anglais s'emparaient de la côte Saint-Pierre, un des faubourgs de Lens, du côté nord-ouest.

En même temps, dévalant des pentes est de la crête de Vimy, ils avançaient en plaine de trois à cinq kilomètres.

Le même jour, ils arrêtaient net une contre-attaque de grand style menée par les Allemands pour dégager, au sud de la route Arras-Cambrai, leur saillant Rœux-Monchy-le-Preux-Croisilles-Haucourt. Ce fut une glorieuse journée.

Les jours suivants, nos alliés réalisent quelques progrès autour de Lens.



LA RÉGION BULLECOURT-QUÉANT

A la date du 23 avril commence une nouvelle phase de la bataille. Nos alliés avaient pris pour objectif la seconde position allemande, dont le secteur nord passant par Méricourt, Fresnoy, Oppy, couvre le sud du bassin minier de Lens, dont le centre, entre Gavrelle et Rœux, couvre la plaine de Douai et dont le sud, entre Guémappe, Croisilles et Bullecourt, protège, avec la ligne Hindenburg, qui la renforce à partir de Quéant, la région de Cambrai. Sur un front de 15 kilomètres, les Anglais avancèrent malgré une résistance acharnée et en dépit des contre-attaques exaspérées qui s'ensuivirent. A la limite des secteurs du nord et du centre, ils enlevaient Gavrelle et s'y maintenaient malgré huit retours, en vingt-quatre heures, de l'ennemi, qui, ce jour-là, engagea sept divisions. Au centre, ils poussaient jusqu'au cimetière de Rœux, où ils se trouvaient arrêtés par des nids de mitrailleuses ; au sud, malgré l'incontestable bravoure de la 3e division de réserve bavaroise, ils emportaient d'assaut le village de Guémappe et le conservaient.

Mais, dans l'extrême-nord, la seconde position allemande était restée intacte. C'est de ce côté que les Anglais donnèrent une forte poussée le 28. En avant de la ligne principale, à hauteur de Fresnoy, l'ennemi avait organisé une couverture à Arleux-en-Gohelle. Ce village convenait d'autant mieux à cette destination, qu'il est blotti dans un creux, entre deux plateaux alignés dans la direction nord-sud. Ils progressèrent également au nord-est de Gavrelle et sur le Greenland-Hill : le plateau situé entre Gavrelle et Rœux. Amenant rapidement des renforts par tous les moyens possibles, les Allemands contre-attaquèrent avec violence. Entre Gavrelle et Greenland-Hill, ils lancèrent des contre-attaques de deux heures en deux heures, mais leurs vagues d'assaut ne purent à aucun moment atteindre les lignes anglaises. Plus haut, l'ennemi réussit, par contre, à ramener nos alliés à l'ouest d'Oppy.

Le 3 mai, les Anglais donnent un assaut formidable aux positions allemandes. Ils attaquent depuis la côte Vimy-Acheville jusqu'au sud de Bullecourt, soit sur un front de 25 kilomètres. Au nord, ils prennent Fresnoy; au sud, ils arrivent à pénétrer dans un secteur de la ligne Hindenburg, à l'ouest de Quéant. Tous les combats qui se sont produits depuis jusqu'au commencement de juin n'auront pour objet que d'élargir la brèche formidable qu'ils avaient faite ce jour-là.

Nous avons déjà laissé entendre que le coin de terrain, d'une lieue environ, compris entre Quéant, Bullecourt, Croisilles et Riencourt-lez-Cagnicourt, était d'une importance capitale pour les Allemands, qui l'avaient fortifié d'une façon extraordinaire.

Toujours est-il que le 3 mai, les Australiens parvinrent à entamer cette organisation entre Duneaut et Bullecourt. Par contre, tous les efforts pour entamer la face ouest de ce saillant, entre Bullecourt et Fontaine-lez-Croisilles, restèrent vains. En dix jours, les Allemands lancèrent douze contre-attaques pour déloger l'adversaire. Nos alliés ne lâchèrent point, comme ils avaient été forcés de le faire le 8 mai à Fresnoy. Ils redoublèrent d'efforts, au contraire, et, le 12 mai, des troupes anglaises et écossaises s'emparaient de la plus grande partie du village de Bullecourt. Ce jour-là également, nos alliés se rendaient maîtres du cimetière de Rœux et de la fabrique de produits chimiques, puissamment organisée, au sud du village ; le 14, ils achèvent la con-

quête du village et s'y organisent fortement.

Le 17 mai, nos alliés peuvent annoncer que Bullecourt, où l'on se bat sans répit depuis le 3 mai, est entièrement à eux.

Le 20, ils enlèvent une nouvelle position de la ligne Hindenburg, entre Fontaine-lez-Croisilles et Bullecourt. Les Allemands ont, naturellement, réagi avec violence, et un combat d'un acharnement sans précédent s'est déroulé toute la journée, sans autre résultat pour l'ennemi que de lui faire complètement éreinter deux divisions.

Dans leur communiqué du 21 mai, nos alliés proclament avec une légitime fierté que la totalité de ce qui fut la ligne Hindenburg, depuis Arras jusqu'à 1.600 mètres à l'est de Bullecourt, est maintenant en leur pouvoir, sauf un secteur de 2 kilomètres à l'ouest de Bullecourt. Depuis lors, les Anglais ont encore étendu leurs gains sur ce point.

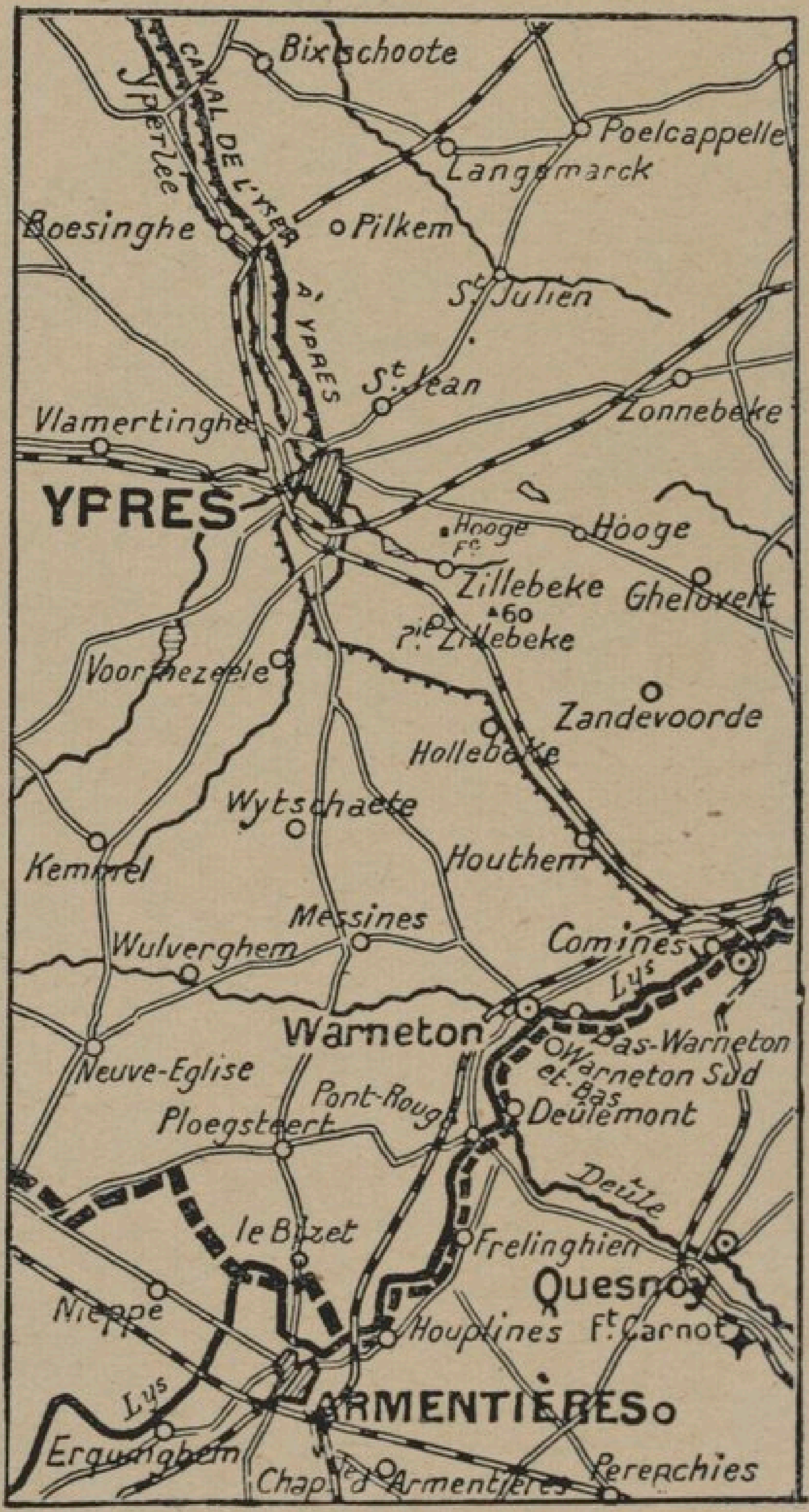
L'offensive britannique en Belgique

En attendant qu'ils puissent élargir en Artois la brèche qu'ils ont faite dans les défenses allemandes, nos alliés ont pratiqué une autre et importante percée dans une partie du front où l'on ne s'était plus battu depuis le 15 mai 1915.

Pendant des mois, les Anglais ont monté, entre Ypres et Armentières une offensive de très grand style, et les travaux de tous genres, en partie souterrains, qu'ils ont effectués dans ce secteur, à l'insu de l'ennemi, tiennent véritablement du prodige.

Les Allemands durent être mis en éveil, vers la fin de mai, par l'intensité croissante de la canonnade adverse et par des raids fréquents des troupes britanniques dans leurs lignes. Les bombardements de leurs arsenaux sur la côte belge ne pouvaient pas manquer non plus d'attirer leur attention. Aussi bien, au commencement de juin, les communiqués de Berlin insistaient-ils sur la violence du tir ennemi dans la région de Wytschaete. L'armée du prince Ruprecht de Bavière allait voir beaucoup mieux encore.

Pendant vingt-quatre heures, dans la journée du 6 juin, ce fut un embrasement depuis la mer jusqu'à Armentières, et entre Wytschaete et Messines, il y eut une concentration de feux d'artillerie, comme il n'y en avait peut-être eu nulle part jusqu'ici, sans en excepter Vimy.



LE THÉATRE DE LA LUTTE ANGLO-ALLEMANDE ENTRE ARMENTIÈRES ET YPRES

Pour tous les initiés, l'attaque du 6 juin contre le Greenland-Hill, au sud de Gavrelle, ne laissait aucun doute sur l'imminence de l'attaque. Il y avait là une feinte, une diversion manifeste. C'est le lendemain matin (7 juin), à 3h. ½, après un bombardement préalable du terrain déterminé par dix-neuf explosions de mines, que les troupes du général Plumer sortirent de leurs tranchées et de leurs galeries pour se ruer à l'assaut de la crête qui, entre Wytschaete et Messines, barre la plaine des Flandres. Le front, dans cette région, part de l'Yser à Boesinghe et contourne Ypres, passe à Hooge, à la fameuse colline 60, à l'ouest de Zillebecke, pour former ensuite un arc de cercle entre Saint-Eloi, Wytschaete, Messines et Warneton. Dans le saillant délimité par cette courbe, les Allemands occupaient la crête — haute de 65 mètres, dans la région de Messines — que suit la route nationale de Dixmude à Armentières. A Saint-Eloi se branche sur cette route celle qui, par le

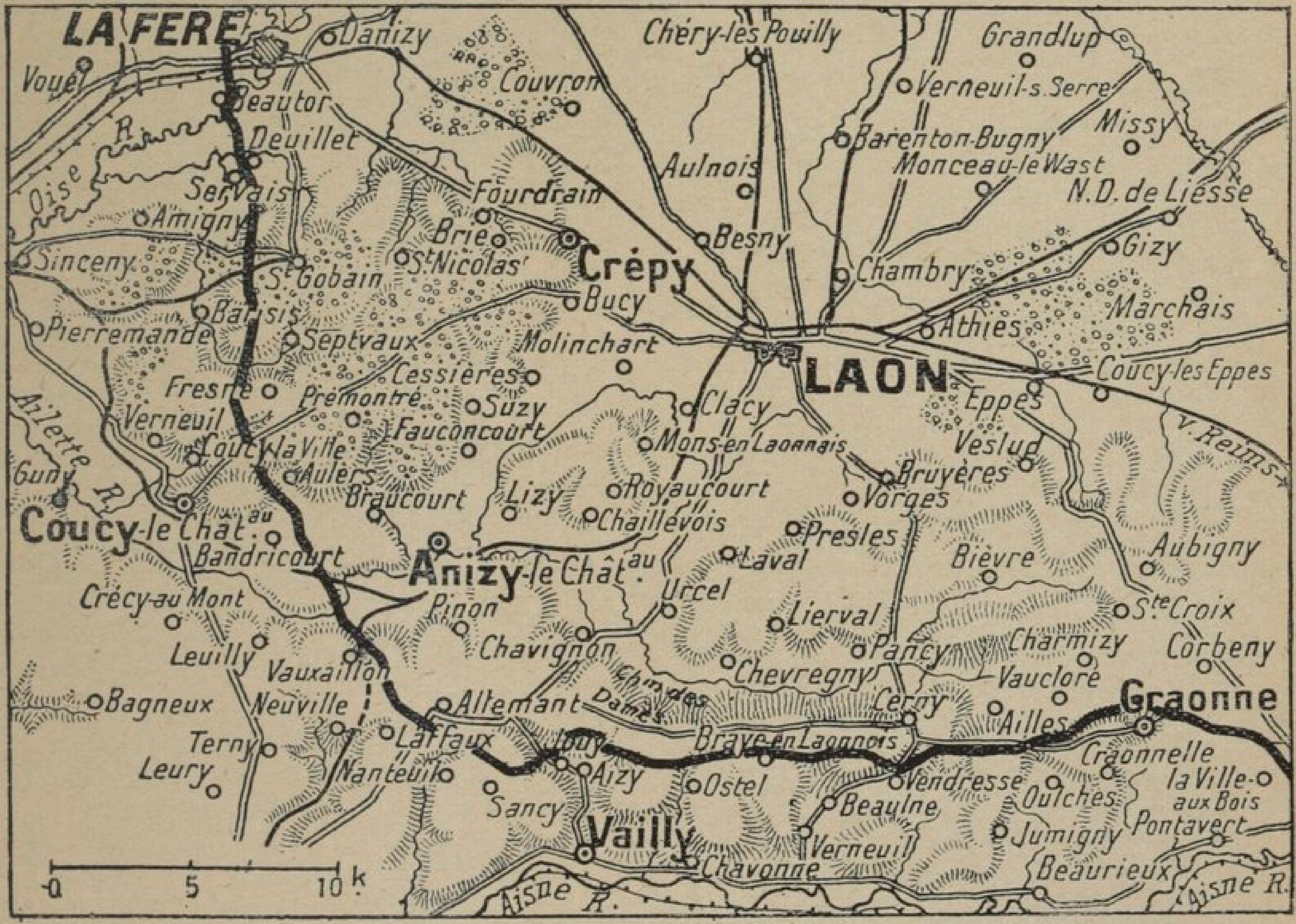
Quesnoy, aboutit à Lille, la grande cité du Nord toujours occupée par les Allemands.

L'avance des Anglais fut relativement facile sur la plus grande partie du front d'attaque. En très peu de temps, ils étaient maîtres de toute la série des premières positions ennemies, y compris les villages de Messines et de Wytschaete. De ce côté, cependant, la lutte fut particulièrement sévère, et quand, après une pause, nos alliés abordèrent la seconde position ennemie, établie à contre-pente et appuyée sur le village d'Ootaverne et une série de petits bois, leur ligne se trouva rétrécie à 8 kilomètres. La troisième position qu'ils trouvèrent devant eux est l'organisation, probablement très forte, adossée au canal d'Ypres à Lille et à la voie ferrée qui le longe. Les Allemands, encore qu'ils aient perdu les positions dominantes, qu'ils aient laissé plus de 7.000 prisonniers aux mains des Anglais victorieux, feront des efforts désespérés pour s'y maintenir, car l'enjeu de la partie est énorme : il représente une partie de la Belgique et toute la région de Lille, Roubaix, Tourcoing, qui serait complètement débordée, pour peu que nos alliés réalisassent une avance tant soit peu sensible.

Les victoires françaises dans l'Aisne et en Champagne

De bons juges ont estimé que l'offensive prise par nous le 16 avril, de Soissons à Reims, excédait, par son étendue, les moyens matériels et humains dont nous disposions pour la mener à bonne fin. L'avenir nous dira ce que valent ces critiques. enlevé les premières lignes ennemies. Nous savons cependant que, ce jour-là, les coloniaux conquirent brillamment la position d'Hurtebise avec le nœud important des quatre grandes routes qui s'y croisent.

Entre Craonne et Berry-au-Bac, l'armée

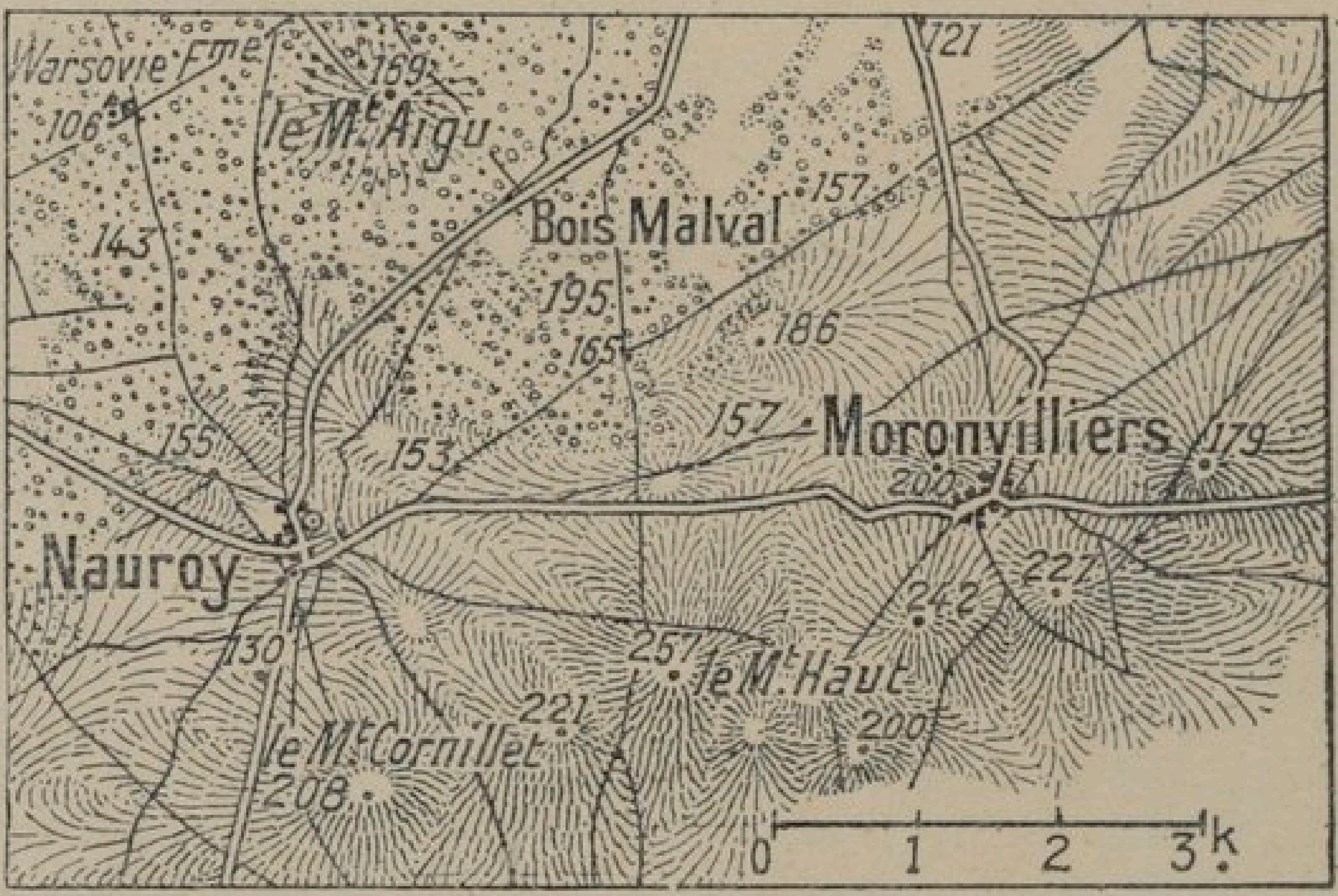


LE FRONT FRANÇAIS, A LA DATE DU 4 JUIN 1917, DE LA FÈRE A CRAONNE

C'est à 8 heures du matin que le signal de l'assaut fut donné dans les trois secteurs où devait se produire l'attaque. On ignore encore maintenant ce qui s'est passé dans la plus grande partie du premier secteur. Le communiqué se borna à nous annoncer que l'armée qui opérait sur ce point avait du général X... emportait la deuxième ligne ennemie à Juvincourt. Dans le troisième secteur, nous poussions jusqu'au canal, entre Loivre et Courcy et atteignions les lisières de Berméricourt, mais cela au prix de pertes assez sensibles, surtout à l'extrémité du front où opérait la brigade russe. Quoi qu'il

en soit, les 11.000 prisonniers qui figuraient au communiqué constituaient évidemment un résultat appréciable et apprécié.

Cependant, il fallait à tout prix diminuer la pression de l'ennemi dans le secteur du Soissonnais. Le haut commandement décida d'élargir notre action et de faire intervenir une nouvelle armée qui se trouvait dans le voisinage et relevant du groupe commandé par le général Pétain. Attaquant entre Prunay et Auberive, sur un front de 15 kil., nos troupes enlevèrent d'abord les premières lignes ennemies, puis la plus grande partie du massif de Moronvilliers (225 mètres en moyenne), et la majeure partie du mont Cornillet (208 mètres), qui le précède au sud-ouest. La position, hérissée de canons, était réputée imprenable, et comme c'était le jour des tours de force, en cette même date du 17, les troupes de la Légion enlevèrent Auberive.



MORONVILLIERS ET LE MONT CORNILLET

Les effets de surprise et de diversion furent là réels. La preuve, c'est que dès le lendemain 18, nous progressions sérieusement dans le Soissonnais. Une brillante opération, où les tanks jouèrent fort utilement leur partie, nous valut la prise de Nanteuil-la-Fosse. Puis ce furent celles de Chivy, de Chavonne, d'Ostel et de Braye-en-Laonnois. Sur l'Aisne même, nous occupions Vailly et la tête de pont de Condé. Plus à l'est, nous avancions jusqu'à Courtecon. Enfin, dans la région d'Ailles, nous atteignions la zone culminante qui domine la vallée de l'Ailette.

Entre Craonne et Reims, non seulement nous repoussions de formidables contre-attaques allemandes destinées à nous déloger de Juvincourt, mais nous remportions un magnifique succès à la Ville-aux-Bois.

Les Allemands eurent beau jeter dans la mêlée douze divisions nouvelles, ils ne purent nous empêcher de réaliser de nouveaux progrès les jours suivants. Dans le Soissonnais, Sancy, Jouy, Aisy tombaient en notre pouvoir. En Champagne, nos troupes élargissaient leurs gains ; au cours de combats acharnés, ils s'emparaient du mont Haut, de la cote 227 et forçaient l'ennemi à reculer jusqu'aux lisières de Vaudevincourt, en éprouvant des pertes.

Du 20 au 30 avril, nous assistons à une série de vaines réactions ennemies, aussi bien à Moronvilliers qu'au chemin des Dames. C'est, au contraire, nous qui, le 30 avril, améliorons nos positions à l'est de Reims, en attaquant de part et d'autre du mont Cornillet. Tandis que, d'un côté, nous enlevions les premières lignes allemandes depuis le mont Cornillet jusqu'au sud de Beine, de l'autre côté, nous gagnions du terrain sur les pentes nord et nord-est du mont Haut. (257 mètres. — Voir la carte ci-dessous).

Le 4 mai marque une date importante. C'est ce jour-là qu'après une préparation d'artillerie soignée, nos troupes s'emparèrent de Craonne ainsi que des tranchées situées au nord et au nord-est du village.

Ce n'était là, d'ailleurs, qu'un prélude à la grande journée du 5, où nos troupes prirent l'offensive, depuis l'est de Vauxaillon jusqu'à l'est de Craonne. A l'ouest, nous attaquions le saillant de la ligne Hindenburg, jalonné par la ferme Moisy, le moulin de Laffaux et le plateau au nord de Nanteuil-la-Fosse et de Sancy, et parvenions sinon à détruire complètement cette forteresse, du moins à en emporter les morceaux essentiels, tels que le moulin de Laffaux; plus à l'est, nos succès étaient plus caractérisés encore. Entre la ferme Froidmont et le Creute, nos troupes enlevaient le chemin des Dames et faisaient 1.800 prisonniers. A l'est de Cerny, nous nous emparions de la totalité du plateau, au nord de Vauclerc et du plateau de Californie. 5.000 prisonniers et la crête jalonnée par le chemin des Dames conquise sur une étendue de 20 kilomètres, tel fut le bilan de cette glorieuse journée.

Le 20 mai, nouvelle journée importante, en Champagne, cette fois. Nous nous emparions de l'extrémité nord et du sommet du mont Cornillet, puissamment aménagé.

Mêmes succès au Casque et au Téton, monticules de 227 et de 247 mètres à gauche et à droite du massif de Moronvilliers.

Depuis lors, les Allemands ont fait au moins seize tentatives pour remettre nos gains en question dans cette partie du front.

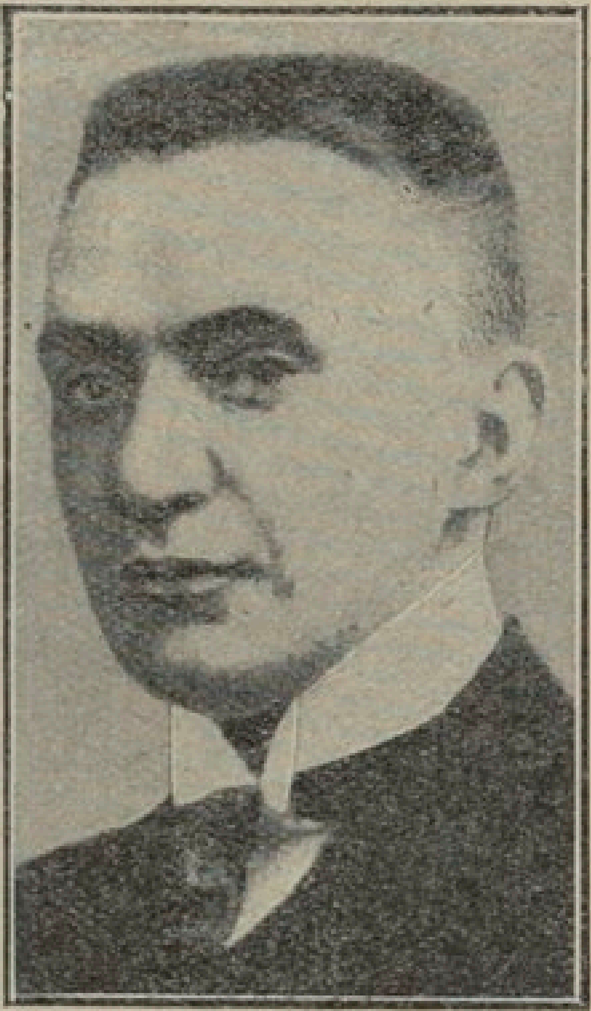
Bref, du 9 avril au 1er juin, nos alliés et nous, avions fait 52.000 prisonniers, pris 446 canons et un millier de mitrailleuses.

SUR LES FRONTS ORIENTAUX

La situation militaire s'est, pour ainsi dire, stabilisée sur l'immense front d'Orient, pendant que toute l'activité se reportait sur celui d'Occident. Cette accalmie relative, rompue seulement par quelques actions heureuses dans la Turquie asiatique et en Macédoine, n'est-elle que provisoire, et ne recouvre-t-elle pas d'intenses préparatifs? Un avenir prochain nous le dira sans doute.

Il n'est que trop clair que la grosse pierre d'achoppement a été jusqu'ici la révolution russe. Les autres alliés ont fait en Orient tout ce qu'ils ont pu. Les Anglais ont agi énergiquement en Mésopotamie, poussant de Bagdad jusqu'à mi-chemin de Mossoul. En Palestine, ils se sont arrêtés aux portes de Gaza. En Macédoine, leur contribution aux efforts de l'armée Sarrail a été importante, de même que celle du contingent italien à Monastir et en Albanie. Les Serbes eux-mêmes, quoique très fortement éprouvés par la précédente campagne, sont revenus sur la brèche avec leur inlassable constance.

Seuls, les Russes n'ont pas donné ce que l'on était en droit d'attendre d'eux. L'immense bouleversement social qui a soulevé et disloqué ce vaste organisme n'explique que trop leur abstention momentanée. Ce cataclysme ne pouvait pas ne pas avoir une répercussion aussi immédiate que violente sur l'armée. Le général Alexeïef a été remplacé par le général Broussilof dans le commandement suprême des armées russes, et l'on a fait appel pour la direction de certains groupes d'armées à des noms populaires tels que Dragomirof et Gutor. L'armée a-t-elle pu se reconstituer, et surtout, pourra-t-elle se créer la discipline indispensable, en dépit des principes révolutionnaires que propagent les meilleurs agents de l'ennemi? Nous le souhaitons de tout cœur. A la fin de mai, l'état-major allemand signalait des préparatifs d'attaque sur le front russo-roumain. Attendons donc...



M. KERENSKY

Le nouveau et très actif ministre de la guerre de Russie

Le renouvellement, au milieu de mai, du gouvernement provisoire, qui s'est assimilé six des chefs socialistes les plus notoires et qui a notamment confié à l'un d'eux, M. Kerensky, les portefeuilles de la Guerre et de la Marine, est de nature à rendre pleine confiance aux alliés de la Russie. Pour arriver à ce résultat, M. Kerensky a fait de véritables prodiges.

Arrêt de la lutte en Russie et en Arménie

Dès que la révolution russe eut éclaté, on se demanda si Hindenburg ne profiterait pas immédiatement de la désorganisation de l'armée de notre grande alliée pour lui infliger une défaite décisive. Deux desseins, d'ailleurs, vraisemblables, lui furent prêtés : 1° marcher sur Petrograd ; 2° continuer la conquête de la Roumanie et la compléter par l'occupation des terres riches en blé de la Bessarabie. Aucun de ces deux plans ne devait recevoir d'exécution, mais peut-être en faut-il chercher la cause unique dans l'offensive franco-britannique de la deuxième moitié d'avril, qui obligea le généralissime allemand à rassembler en hâte sur le front d'Occident toutes ses réserves de matériel et d'hommes et le contraignit à négliger celui d'Orient.

Avant que l'attaque des généraux Nivelle et Haig se fût déclenchée, l'ennemi avait fait deux violentes tentatives contre les Russes. Le 3 avril, il leur avait infligé une grave défaite sur le Stokhod. On se souvient qu'au moment de la grande offensive du général Broussilof, au début de juin 1916, lorsque l'armée du général Kalédine, après avoir pris Loutzk, se trouva arrêtée dans sa marche sur Lemberg et même menacée d'enveloppement par la brusque arrivée des renforts du général von Linsingen, une nouvelle armée russe, celle du général Lesch, surgit à sa droite et enfonça les lignes ennemies sur la petite rivière Stokhod, marchant dans la direction de Kovel. Depuis ce temps,

les Russes s'étaient maintenus sur les deux rives de la rivière. Ils occupaient, sur la rive gauche, plusieurs têtes de pont dont la principale, fortifiée avec le plus grand soin, était située dans la région de Guelenin-Borowno.

C'est à ce puissant bastion, qualifié par les communiqués russes de « place d'armes », que les Allemands du prince Léopold de Bavière vinrent donner assaut le 3 avril. Ils surprirent sans doute les Russes en pleine débandade. A ce moment, les régiments du front étaient très occupés par les palabres au cours desquels ils nommaient leurs délégués au Congrès de Petrograd, jugeaient et remplaçaient leurs officiers, etc. Le bastion de Borowno fut néanmoins défendu avec bravoure, mais le désarroi ou l'absence de commandement se manifestèrent par un désastre. Tandis que treize nappes successives de gaz asphyxiaient les défenseurs, un important détachement allemand franchissait le Stokhod, au nord de la position, et obligeait les Russes à repasser précipitamment sur la rive droite, en abandonnant les têtes de pont de la rive gauche, conquises au prix de tant de sang. L'ennemi annonça avoir fait toute une division prisonnière. D'après les termes mêmes du communiqué russe, de deux régiments de la 5e division d'infanterie, il ne revint que quelques dizaines d'hommes. Les colonels s'étaient fait tuer. Une autre division éprouva des pertes sensiblement pareilles. Le gouvernement provisoire prit des sanctions : il sacrifia le commandant de l'armée, le général Lesch, et un des commandants de divisions : est-ce bien les vrais coupables qu'il a ainsi frappés?

Toutefois, cet exemple parut réveiller les esprits dans l'armée russe. Le relâchement ou la dissolution de la discipline parurent se ralentir. Le travail de la « fraternisation avec l'ennemi » — car on en était là chez nos alliés — reçut un coup sérieux. Quelques journaux allemands intervinrent même, avec candeur, pour morigéner le commandement du front oriental et l'avertir que s'il voulait que les Russes ajoutassent foi aux promesses des « frères germaniques », il fallait éviter de leur administrer d'aussi rudes râclées. Hindenburg parut se rendre immédiatement à ces leçons de saine politique. Il n'ordonna plus qu'une tentative dans le secteur nord.

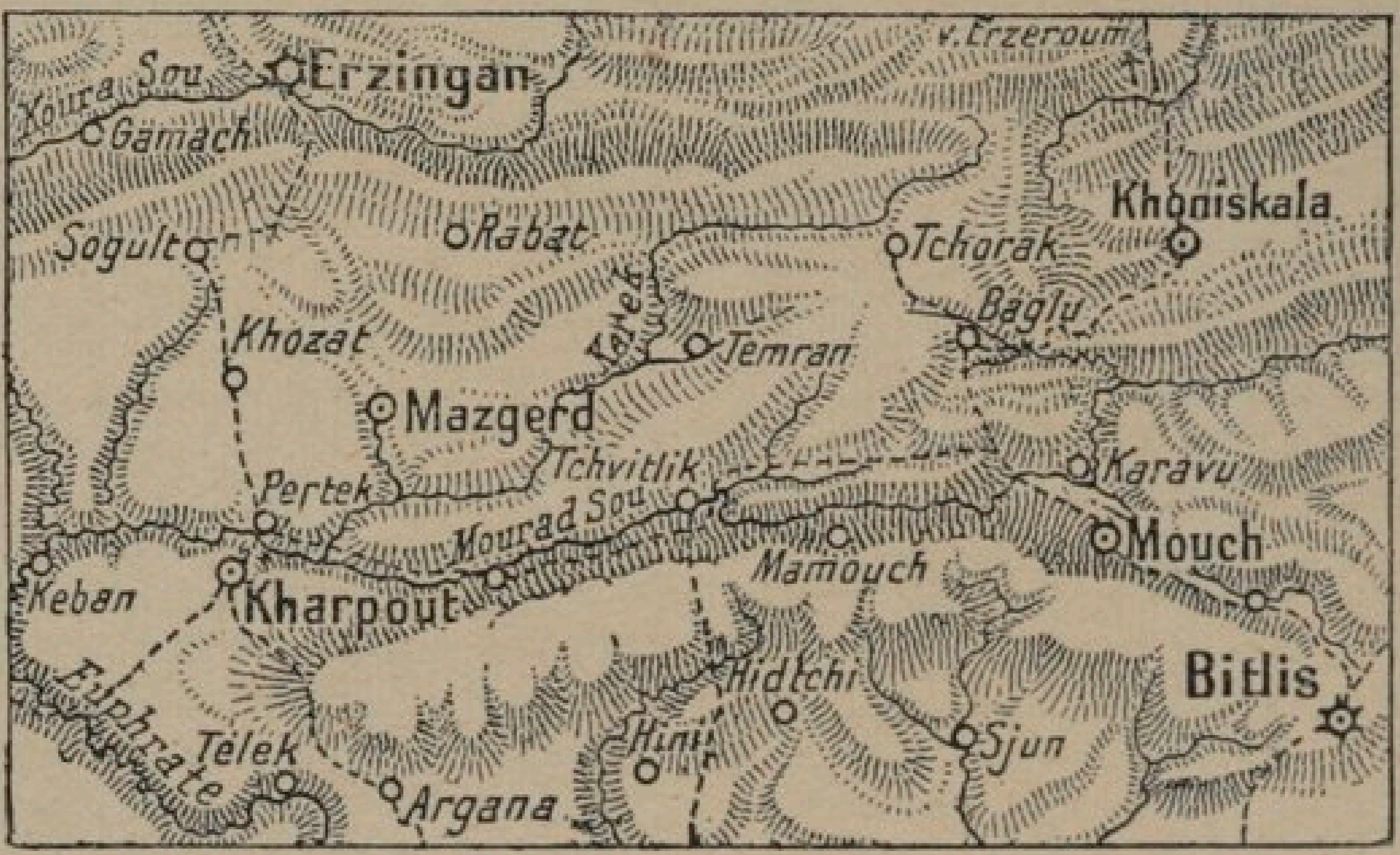
GÉNÉRAL DRAGOMIROF

Successeur du gal Roussky dans le commandement en chef des armées du Nord.

Le 6 avril, les Allemands du général von François attaquèrent à l'est de Plakanen, à 21 kilomètres au sud de Riga. Ils réussirent à s'emparer de quelques éléments de tranchées, mais les Russes du général Roussky les leur reprirent par d'immédiates contre-attaques.

Depuis, c'est le silence et la passivité qui règnent sur tout ce front. Il est probable que cette dernière tentative même n'avait été qu'une reconnaissance pour tâter les forces et les dispositions de l'adversaire. Les Russes se trouvant hors d'état d'attaquer, Hindenburg put détacher des divisions entières qu'il envoya défendre les fronts de l'Aisne et de l'Artois. Cet homme heureux doit à nos alliés une certaine reconnaissance.

Sur le front russo-roumain ne se sont produites jusqu'ici que des canonnades et des rencontres d'éclaireurs. Mais cette situation peut changer. Le commandement des troupes russes a passé du général Sakharof au général Letchitzky, et de celui-ci au général Tcherbatchef. On ne peut que regretter les retraites successives du vainqueur de Brody et du vainqueur de Czernovitz.



LA RÉGION DE L'ARMÉNIE QUE LES TURCS S'EFFORCENT DE RECONQUÉRIR

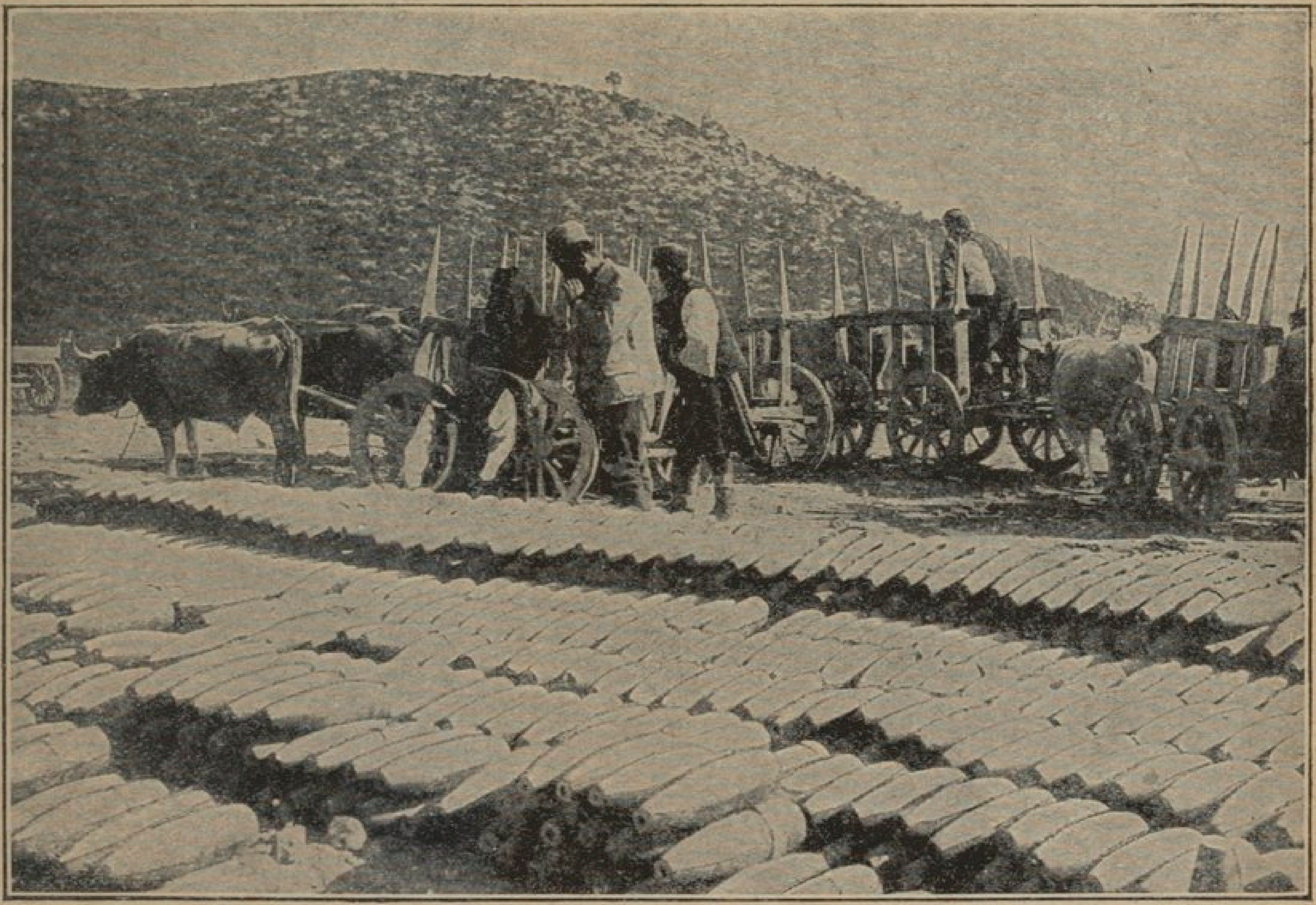
En Arménie, le grand-duc Nicolas a passé le commandement en chef à son excellent lieutenant, le général Youdénitch, le vainqueur d'Erzeroum, de Trébizonde et d'Erzindjan. La défense de l'Arménie est entre bonnes mains. Les Turcs, qui ont attaqué en forces dans cette région, ont été énergiquement repoussés. On ne signale guère leurs

progrès qu'entre les lacs de Van et d'Ourmiah, grâce à la vivacité de leur action.

En Perse, le général Baratof, après s'être avancé jusqu'à Khanikin, a exécuté, de concert avec les troupes anglaises du général Maude, une marche concentrique sur Kifri, pour tenter d'y encercler les débris des deux corps d'armée turcs. On verra le détail de ces opérations à l'article *Mésopotamie*. En somme, dès que la situation politique se sera éclaircie en Russie, les opérations militaires seront reprises sur tout le front oriental.

Succès français, anglais et italiens en Macédoine

L'ARMÉE de Macédoine s'est mise en marche à peu près au même moment que les armées franco-britanniques sur le front d'Occident, c'est-à-dire à la mi-avril. Elle a attaqué sur un assez large front allant du nord-ouest de Monastir jusque dans la région de Doiran. Toutefois, on peut dire que ces opérations n'ont pas affecté le caractère d'une offensive à proprement parler, mais plutôt celui de larges reconnaissances, destinées à renseigner le commandement sur les forces et les dispositions de l'ennemi, puis d'actions plus ou moins violentes de fixation et d'accrochage.



LE RAVITAILLEMENT DES SERBES EN PROJECTILES DE GROS CALIBRE

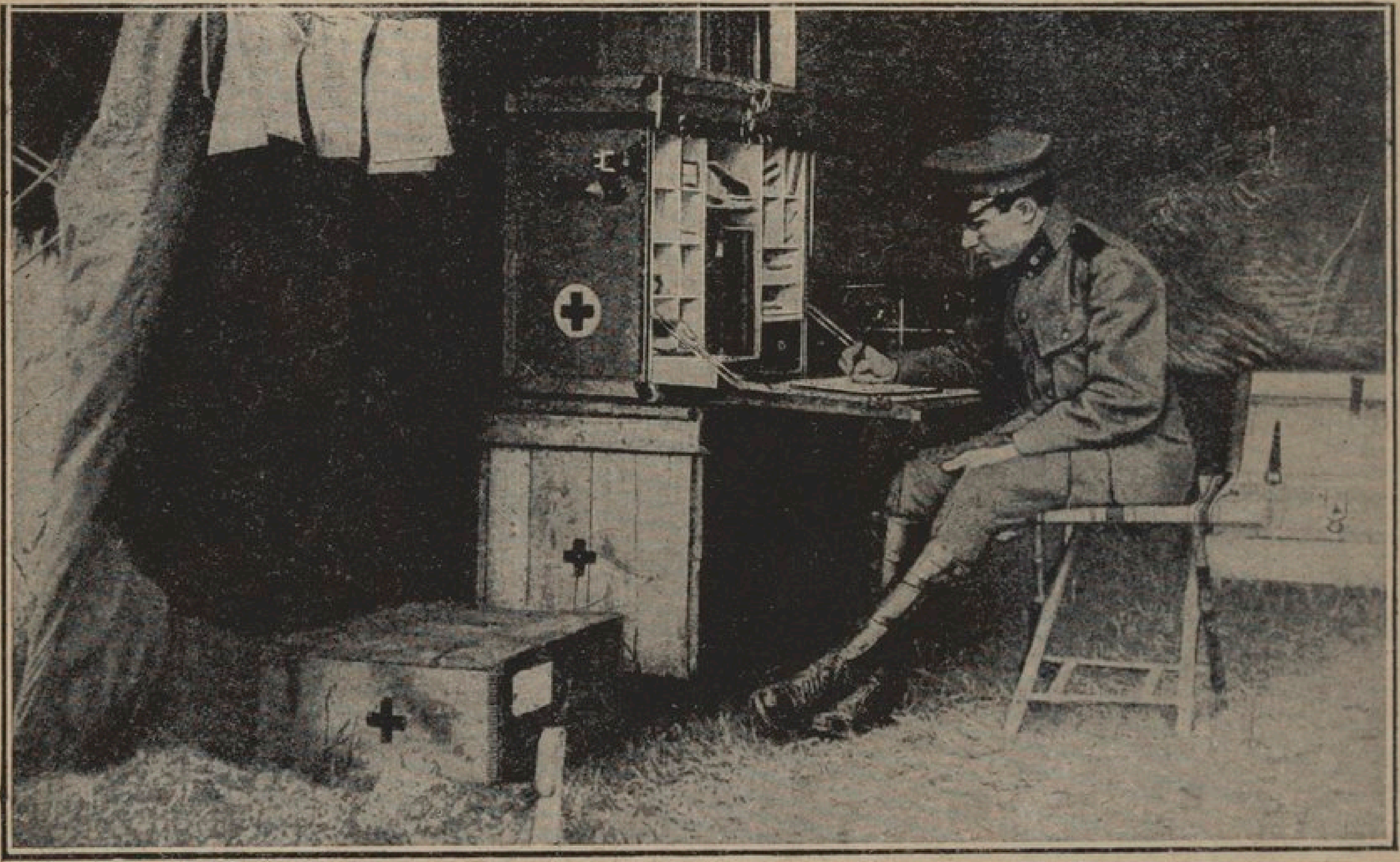
Au nord du lac Prespa, les troupes françaises qui forment l'extrême-gauche du dispositif entre les lacs de Prespa et d'Ochrida, ont élargi leurs positions vers Resna et Leskovek. Elles se sont heurtées à des effectifs panachés d'Allemands, de Bulgares et d'Autrichiens. C'est la première fois que les soldats de la monarchie de Habsbourg apparaissent dans la région de Monastir. Des tranchées ennemies ont été enlevées par les nôtres dans la direction de Tchervena-Stena. L'ennemi, après une violente préparation d'artillerie, s'élança, le 18 avril, à l'assaut des positions conquises ; il ne réussit à prendre pied que dans quelques éléments avancés, d'où il a été bientôt rejeté en laissant des prisonniers entre nos mains.

Les mêmes actions de chicanes devaient se reproduire sur la Skra di Legen, dans la boucle de la Cerna, et dans le massif de Dobropolje, au nord-est de Monastir, où les Serbes, face à face avec les Bulgares, réussissaient à faire quelques nouveaux progrès.

Dans le courant de mai, le contingent anglais entra en action à son tour dans la vallée du Vardar et engagea, avec ses formidables moyens, une lutte acharnée avec les divisions bulgares qui lui étaient opposées.

D'une manière générale, quelques gains ont été réalisés et maintenus, malgré les très vives contre-attaques de l'ennemi, tout le long de cette ligne. Mais, dans l'état actuel des choses, toute l'ambition du général Sarrail devait se borner à « accrocher » ses adversaires. La passivité complète de nos alliés sur les fronts russo-roumains permettait, en effet, aux Bulgares de détacher au fur et à mesure des besoins, leurs divisions de Valachie et de Dobroudja pour les masser devant Salonique. Il va sans dire que l'action de l'armée française et des armées alliées d'Orient aurait de tout autres effets et pourrait prendre des proportions tout à fait différentes si l'ennemi se voyait énergiquement attaqué au nord des Balkans, sur le Sereth et le long du Danube.

Le général Sarrail avait également la préoccupation — toujours la même — d'assurer ses derrières contre une trahison toujours possible du roi des Grecs. On peut dire que cette menace n'avait pas cessé et ne cesserait pas d'être suspendue sur toutes ses décisions, tant qu'une action radicale, demandée par la presse de tous les pays alliés, ne l'aurait pas supprimée. Les promesses faites par Constantin Ier après le sanglant guet-apens de décembre dernier n'ont pas été tenues. Les effectifs de Thessalie passés dans le Péloponèse en revenaient sous forme de soldats déguisés et pourvus de congés individuels. La zone neutre, dont le roi avait demandé la formation entre les territoires occupés par les troupes alliées et ceux de la Grèce constantinienne, était infestée par des bandes d'irréguliers, dont l'action se reliait à celle des Albanais au service de l'Autriche, sur les confins de l'Epire. Ces bandits assaillaient nos convois et rendaient difficiles nos communications. Il était temps que cette situation cessât. Désigné par les puissances protectrices, la France, l'Angleterre et la Russie, pour exercer en Grèce les fonctions de haut-commissaire, M. Jonnart exigea de M. Zaïmis des garanties effectives ; puis il demanda l'abdication du roi Constantin en faveur de son second fils, le prince Alexandre. Le 11 juin au soir, le roi abdiquait et il manifestait l'intention de s'embarquer sur un navire britannique, avec son fils aîné, le diadoque, exclu du trône à la demande des Alliés en raison de ses sentiments germanophiles et de ses menées anti-ententistes. L'ex-roi Constantin se rendrait en Suisse en passant par l'Italie.



POSTE MÉDICAL ANGLAIS ÉTABLI SUR LE FRONT DE LA STROUMA

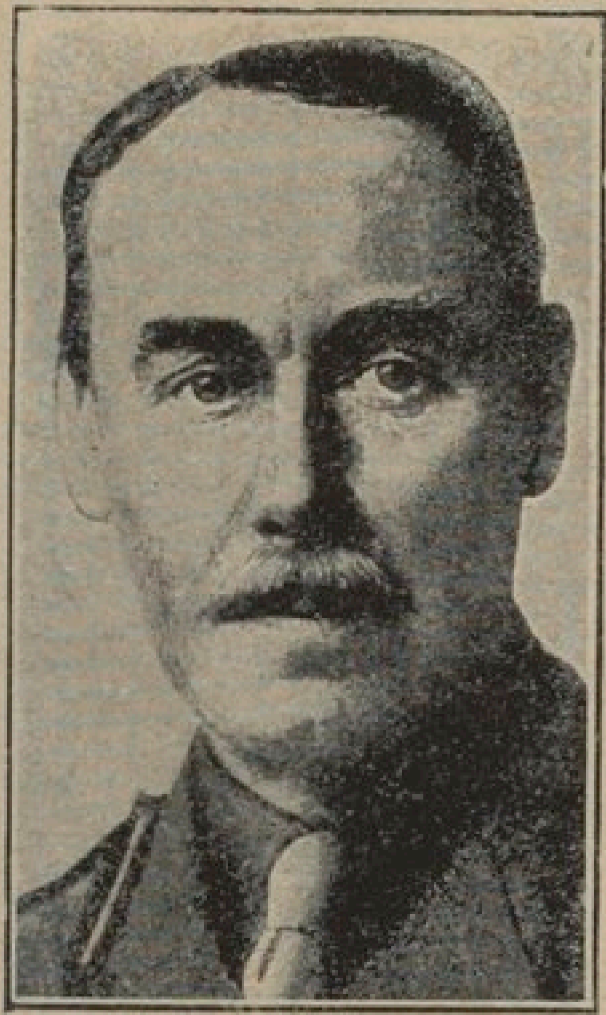
La nouvelle de l'abdication du roi a été accueillie à Athènes avec résignation, sinon avec indifférence. Quelques fonctionnaires ont bien tenté de provoquer des troubles, mais la population est restée très calme.

Les troupes du gouvernement national hellénique vont donc pouvoir être envoyées dans la zone neutre. Ces troupes présentent actuellement un imposant effectif d'environ 40.000 hommes. Une de leurs divisions s'est particulièrement distinguée au cours des opérations récentes ; elle a remporté des succès plus qu'honorables sur les Bulgares, dans la région de Ljumnica.

Dans la première semaine de juin, la lutte d'artillerie s'est poursuivie sur le front de Monastir, et les Anglais ont eu à repousser un certain nombre de reconnaissances ennemies dans la région du lac Doiran, pendant que les Italiens s'emparaient de Janina.

Les Anglais en Mésopotamie et en Palestine

En Mésopotamie, les troupes du général sir Stanley Maude, remontant les deux rives du Tigre, au nord de Bagdad, ont fait, le 2 avril, leur jonction avec les cosaques du général Baratof, parvenus sur la rivière Djala. De la marche des Russes, on ne sait que peu de chose. En revanche, sir Stanley Maude, poussant devant lui les débris du XVIII^e^ corps turc, remporta de très beaux succès. Le 21 et le 22 avril, il battit complètement les Ottomans à Istaboulat, sur le Tigre. Le 24, il se porta sur le XIII^e^ corps ennemi qui, retiré de Perse, s'était retranché le long d'un affluent de gauche du Tigre, le Chatt-el-Hadjem; il le défit de même, l'obligeant à remonter vers le nord, et atteignit Samarra, à 140 kilomètres au nord-est de Bagdad.

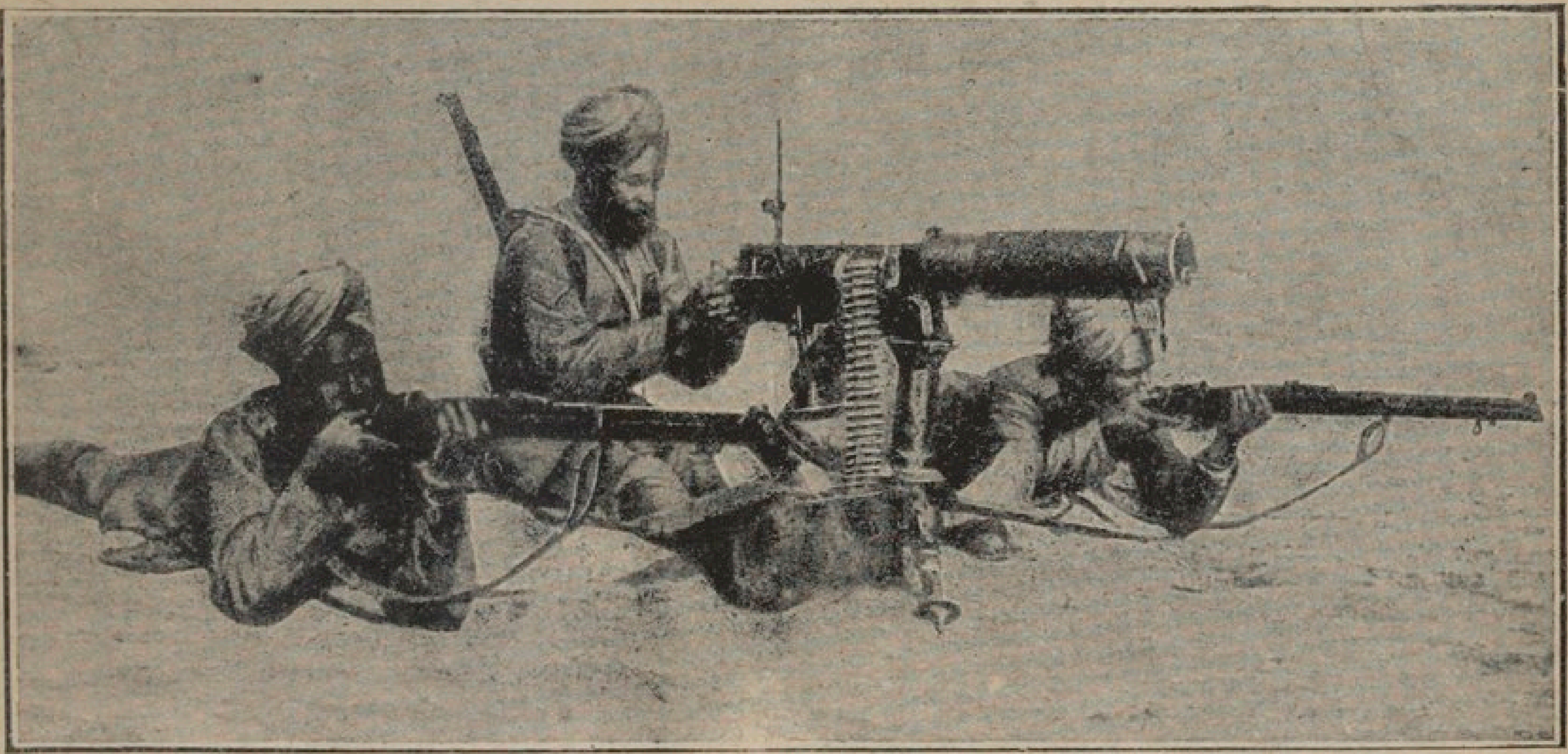


SIR ARCHIBALD MURRAY
Commandant en chef les forces britanniques en Palestine et en Egypte.

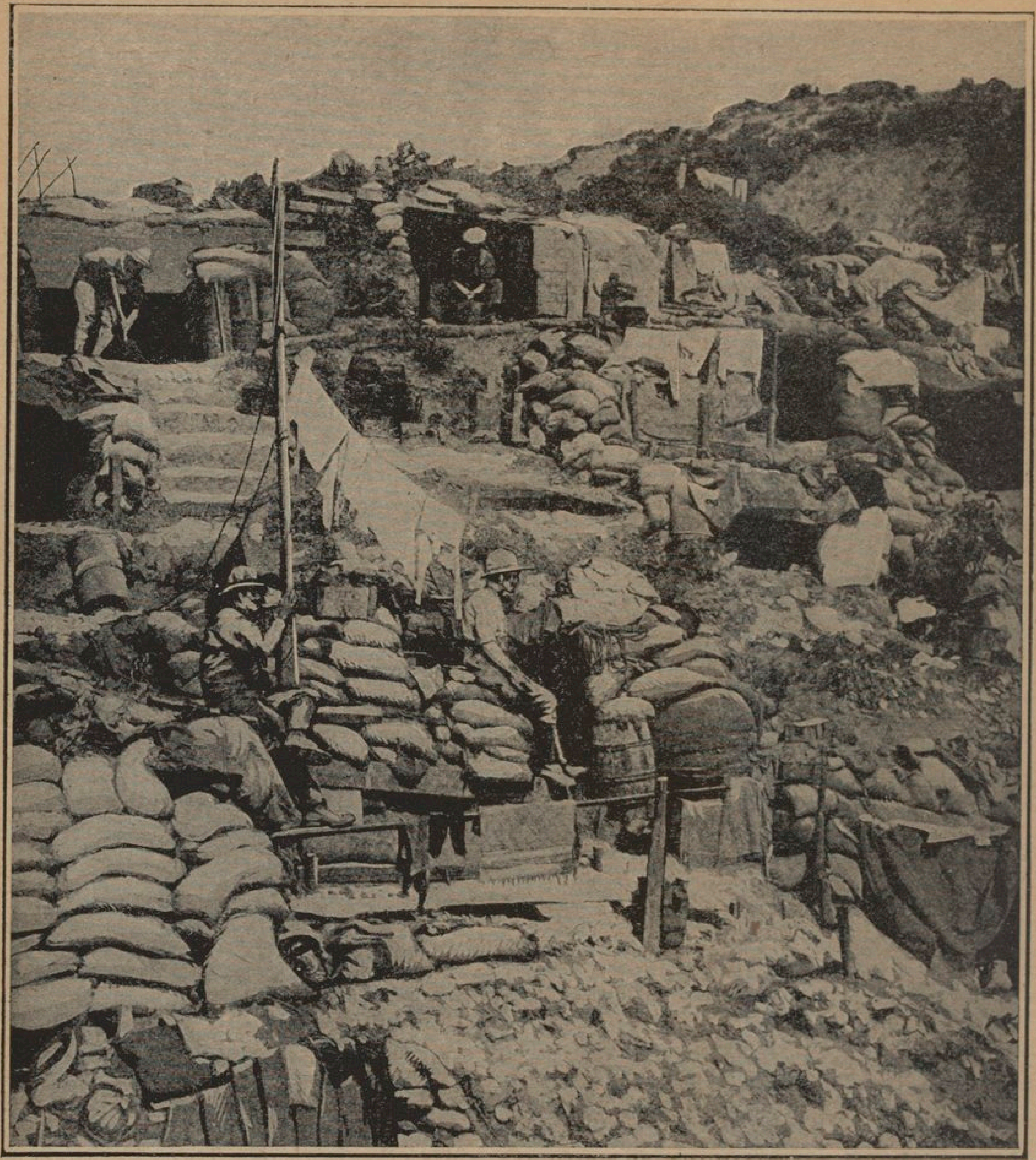
Par suite de cette avance et de l'entrée en ligne de nombreux cavaliers kurdes au service des Turcs, la jonction est devenue laborieuse entre les Anglais et les Russes, ceux-ci restés sur la Haute-Djala, dans les environs de Khanikhin. L'action des colonnes britanniques s'est dès lors appliquée à refouler les Turcs dans le massif du Djebel Hamrin, en direction de Kifri, pendant que les avant-gardes continuaient, à la gauche, à remonter le Tigre par petits paquets.

Enfin, le 3 et le 10 mai, les Russes signalaient que deux de leurs colonnes avaient franchi la Djala, l'une près de Meidane, l'autre entre Youmour et Omar-Aga, toutes deux marchant vers Kifri, que les Anglais cherchaient, d'autre part à envelopper par l'ouest.

En même temps qu'ils se faisaient battre sur le Tigre, les Turcs se voyaient attaquer en Palestine devant Gaza par le corps anglo-égyptien du général sir Archibald Murray. On sait que le 27 mars, une première bataille avait eu lieu sous les murs de cette ville. Nos alliés avaient tenté sur la place une attaque brusquée qui remporta d'abord un brillant succès, mais fut ensuite arrêtée par une contre-attaque des réserves ennemies sur le flanc droit des troupes britanniques, dans la région de Bir-Seba, la ville où, selon la légende arabe, Salomon passe pour avoir rencontré la reine de Saba. Sir Archibald Murray dut se retrancher sur place, pour se couvrir à sa droite. Le 17 avril, il recommença l'attaque, qui aboutit le 19 à la prise d'une importante position turque, la colline de Samson, et à



MITRAILLEUR ET FANTASSINS DE L'ARMÉE DES INDES SUR LE FRONT DE PALESTINE



RETRANCHEMENTS AMÉNAGÉS PAR LES ANGLAIS AU NORD DE BAGDAD

une avance de 2 kilomètres dans la direction du mont Ali-Muntar. La flotte appuyait sur la gauche cette tentative. En même temps, un essai de débarquement, fort intéressant, se produisait devant Saint-Jean-d'Acre.

Les Anglo-Egyptiens, qu'accompagne un détachement français, restent retranchés à une vingtaine de kilomètres de Gaza. Tout indique qu'ils devront affronter une guerre de positions. Les Turcs qui, à la bataille du 17-19 avril, étaient forts de cinq divisions, amenées quelques-unes du Caucase et d'autres de Constantinople, ont fait de grands travaux autour de la place, sous la direction du général allemand Kress von Kressenstein. Ils ont construit une série de redoutes et de tranchées et leur gauche est protégée par un désert aride. D'autre part, ils ont reçu de nouveaux renforts et tout annonce qu'ils n'abandonneront pas sans de sanglants combats cette partie de la Terre-Sainte. Il n'en est pas moins intéressant pour eux d'occuper leurs troupes loin des champs de bataille d'Europe.

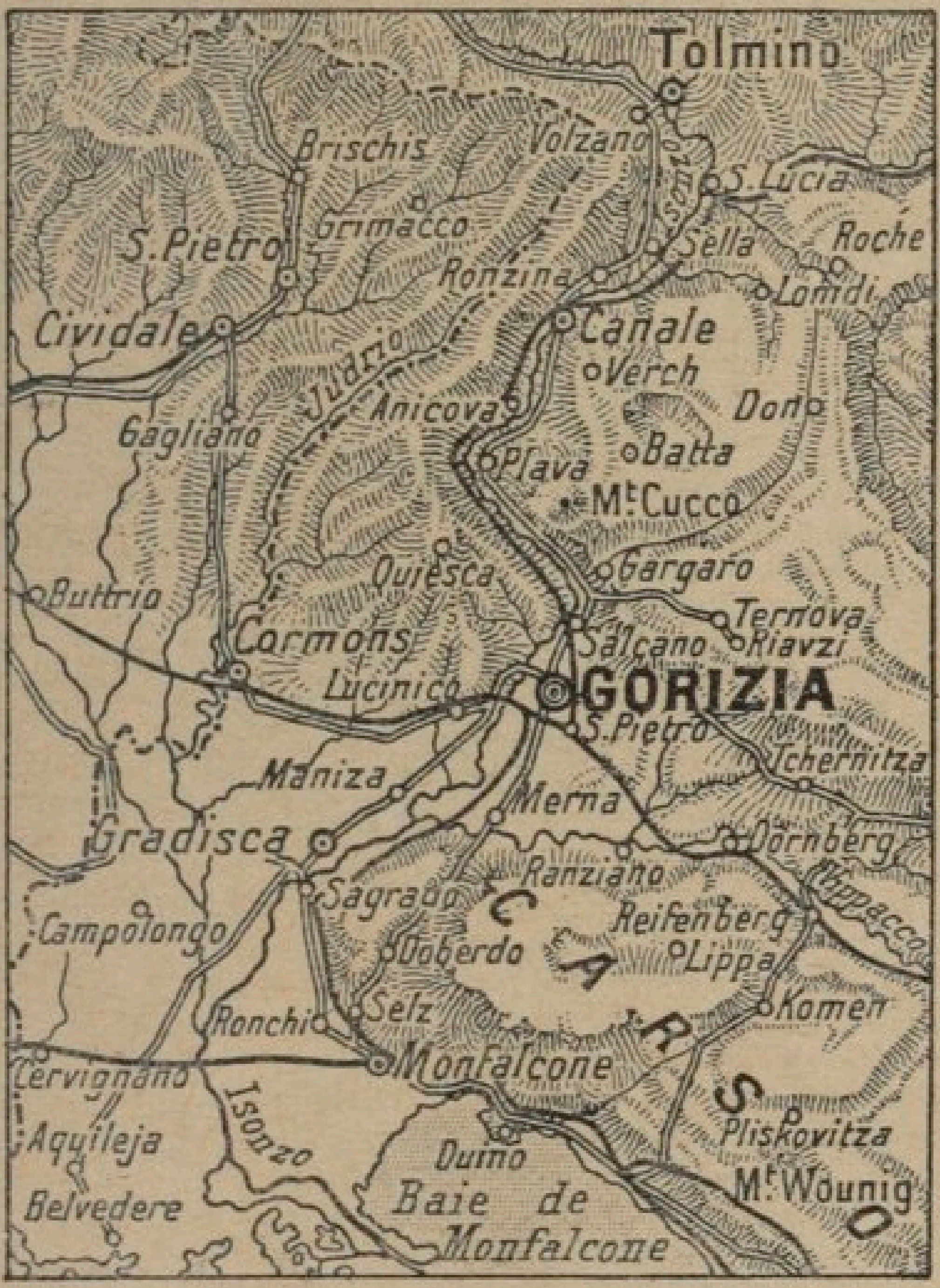
Nos alliés britanniques se sont également renforcés sur ce nouveau front ; ils ont fait venir des Indes plusieurs divisions très bien équipées et magnifiquement entraînées.

LES ITALIENS SUR LA ROUTE DE TRIESTE

La fin de la mauvaise saison a permis à nos alliés italiens de reprendre l'offensive, en vue de s'ouvrir définitivement la route de Trieste, et aussi de prévenir les attaques autrichiennes que rendaient possibles les renforts assez nombreux reportés du front russe sur l'Isonzo.

C'est donc sur le Carso que s'est porté l'effort de l'armée du général Cadorna, opérant sous la protection d'une puissante artillerie de gros calibre, renforcée par un certain nombre de batteries lourdes anglaises qui ont coopéré au bombardement intense entrepris sur le front des Alpes Juliennes.

Pendant les journées des 13 et 14 mai, il fut procédé à une intense préparation d'artillerie, accompagnée d'une grande activité aérienne. Les tirs de destruction des bombardes et des obusiers italiens provoquèrent de vives réactions de la part des batteries ennemies, car les Autrichiens n'avaient pas massé moins de 2.000 canons dans le secteur qu'ils pressentaient devoir être attaqué. L'ennemi exécuta donc un grand tir de barrage dans la matinée du 14 et déversa des milliers de projectiles sur les tranchées et organisations situées en arrière des lignes.



LE THÉATRE DES VICTOIRES ITALIENNES

Malgré cette pluie d'obus, l'infanterie italienne bondit hors de ses abris le 14 à midi et se dirigea résolument vers les objectifs qui lui avaient été désignés.

Ces positions étaient presque toutes difficiles à enlever, et certaines d'entre elles passaient pour imprenables, telles que, par exemple, les hauteurs situées sur la rive gauche de l'Isonzo, depuis Plava jusqu'au défilé de Salcano, qui sont inaccessibles.

Les défenses autrichiennes, préparées depuis longtemps, comportaient plusieurs lignes successives, établies sur des cavernes profondes et pourvues de tous les moyens défensifs et offensifs en usage. Leurs occupants étaient protégés par de nombreuses batteries de tous calibres placées de manière à favoriser les tirs d'enfilade.

Malgré ces conditions difficiles, l'infanterie italienne n'a pas cessé de progresser et a pu conquérir d'importantes positions ennemies en faisant de nombreux prisonniers.

Ces résultats ont prouvé une fois de plus ce que l'on peut obtenir au moyen d'une préparation d'artillerie de cinquante-deux heures, surtout quand on dispose d'excellentes troupes dont le mordant n'a pas diminué un seul instant pendant toute l'offensive, même quand des tirs de barrage autrichiens, exécutés avec de grosses pièces de 305, de 380 et même de 420, cherchaient à faire taire les batteries de nos alliés.

La zone d'attaque choisie par l'état-major part de la région de Tolmino et longe le fleuve Isonzo qui coule dans une étroite vallée bordée à droite par des hauteurs occupées par les Italiens depuis la prise de Gorizia. La rive gauche du fleuve, restée aux mains des Autrichiens, était vigoureusement défendue par les troupes impériales, sauf la tête de pont de Plava, qui avait été prise et gardée par les Italiens pendant la première période des hostilités, malgré de nombreuses contre-attaques. A l'aile gauche, une des colonnes de nos alliés, ayant forcé le passage du fleuve, entre Loga et Bodres, s'empara de ce dernier village et s'y fortifia solidement le jour même.

Au centre, l'infanterie italienne prit d'assaut la cote 383 au nord-est de Plava et, après avoir occupé les villages de Zagora et de Zagomila, qui étaient de véritables nids de mitrailleuses, atteignit d'un bond magnifique les crêtes escarpées du Monte Cucco (cote 614) et du Vodice (cote 524).

A l'aile droite, d'autres colonnes réalisèrent de sensibles progrès sur les pentes raides du Monte Santo. La ville de Gorizia a, de nouveau, été l'objet de la part des Autrichiens d'un bombardement très violent qui

a causé de nouveaux et importants désastres aux édifices de cette malheureuse ville.

Le 16 mai, le chiffre des prisonniers dénombrés était de 3.375 dont 98 officiers. Pour donner une idée de l'intensité de la lutte, il faut se représenter que les Autrichiens ont amené, sur ce point du Carso, 400 batteries, c'est-à-dire 1.600 canons qui ont été affectés à la défense d'un secteur dont la longueur ne dépasse pas 15 kilomètres.

A partir du 17 mai, l'ennemi, ayant reçu des renforts, put réagir avec violence, mais sans réussir à reprendre définitivement les positions perdues. D'importantes masses de troupes autrichiennes, soutenues par le tir de nombreuses batteries, se lancèrent à plusieurs reprises contre les nouvelles positions de Cadorna. Elles furent rejetées à chaque fois et ne purent réussir à réoccuper le bastion rocheux du Monte Cucco. Dans la zone située à l'est de Gorizia, les Impériaux exécutèrent de multiples contre-attaques, en particulier à l'est du torrent de Vertoibizza, et sur la hauteur de la cote 174. Ces tentatives furent brisées par les tirs italiens, de même que celles qui furent organisées en vue de reprendre la tête de pont de Bodres, ainsi que les positions perdues au Vodice (cote 592).

Le nombre des prisonniers, croissant sans cesse, dépassait 6.400 le 18 mai. Les Autrichiens ont regarni cette portion du front avec une partie de leur armée de Galicie actuellement sans emploi. Cette sixième bataille du Carso se développe avec une intensité croissante et fournit aux armées et à la nation italiennes l'occasion de célébrer glorieusement l'anniversaire de l'invasion du Trentin, tentée en mai 1916 par l'archiduc Eugène.

GÉNÉRAL STEVANI

Tué dans le Trentin à la tête de sa brigade.

La diversion opérée sur le front du Trentin, entre le lac de Garde et l'Adige, contre les positions italiennes du Dosso Alta et de Zugna, n'a pas produit grand effet, non plus que les petites attaques tentées successivement sur le plateau d'Asiago et en Carnie. On peut évaluer à 36.000 hommes le chiffre des pertes ennemies, tant en tués qu'en blessés et en prisonniers, pendant les quatre premiers jours de la lutte.

Le 23 mai, après dix heures d'un bombardement très violent, la troisième armée italienne, sous le commandement du duc d'Aoste, attaqua et enfonça les lignes impériales depuis Castagnevizza jusqu'à la mer. Le résultat fut la capture de 300 officiers et de 9.000 hommes de l'armée Boroevic. De fortes escadrilles aériennes, comptant 130 avions, avaient lancé sur les lignes de l'adversaire plus de 10.000 kilogrammes de bombes et avaient mitraillé les réserves massées en arrière du front. Comme pour l'attaque du 15, des centaines de pièces de tous calibres avaient arrosé les tranchées autrichiennes et réduit leurs batteries de soutien au silence. Quarante gros canons anglais avaient participé à cette préparation. A la fin de la journée, les artilleurs alliés allongèrent leur tir et de nombreux bataillons ennemis, pris entre deux feux, furent contraints de se rendre.

Les gains du général Cadorna se trouvaient donc ainsi non seulement maintenus, mais considérablement élargis, et les Autrichiens ont pu se convaincre qu'ils assistent en ce moment à un des derniers épisodes de l'avance italienne vers Trieste. En effet, bien que l'effort principal du généralissime italien ait paru d'abord concentré entre Castagnevizza et la mer, il n'en comporte pas moins en réalité, dans son ensemble, une étendue supérieure à 30 kilomètres, depuis les abords orientaux de Plava, au nord, jusqu'au puissant massif fortifié de l'Hermada, qui sépare Montfalcone de Duino. Or, l'Hermada menacée et bombardée, c'est la porte de Trieste entr'ouverte. En effet, les artilleries alliées ont commencé de concentrer sur les faubourgs de Trieste un feu extrêmement violent. Des milliers de soldats et d'ouvriers employés aux travaux de fortification de la place ont été atteints en plein par le bombardement. D'ailleurs, les pièces alliées étant uniquement pointées sur les établissements militaires, la population civile ne compta aucune victime.

Dans ces conditions, on peut être sûr que c'est bien le dernier acte de la reprise du grand port de Trieste qui se joue actuellement sur le front italo-autrichien.

Cette constatation est d'autant plus désagréable pour le général Boroevic qu'il s'était flatté de prendre l'offensive afin de repousser l'ennemi au delà de ses anciennes lignes. En prévenant son adversaire le général Cadorna a empêché cette tentative autrichienne de voir le jour. Malgré ses multiples contre-attaques Boroevic n'a pu rétablir sa situation et l'occasion qu'il escomptait ne peut plus se représenter; renforcées par deux divisions venant de Galicie ses troupes n'ont pu réussir à reprendre ni le Monte Cucco, ni le Vodice, ni les autres positions perdues. C'est un coup manqué, bien manqué, et l'occasion ne se retrouvera plus. Il n'était vraiment pas utile de sacrifier tant de monde et de laisser plus de 25.000 prisonniers aux Italiens pour en arriver à ces piteux résultats.

L'AIDE AMÉRICAINE AUX ALLIÉS

Les peuples coalisés contre l'Allemagne ont reçu, au début d'avril 1917, un concours nouveau, dont la puissance ne tardera pas à être efficacement ressentie. On sait que le 6 avril, sur la proposition du président Wilson, la Chambre des Représentants des Etats-Unis d'Amérique votait la déclaration de guerre à l'Allemagne, que le Sénat avait déjà votée le 4, à la presque unanimité des voix.

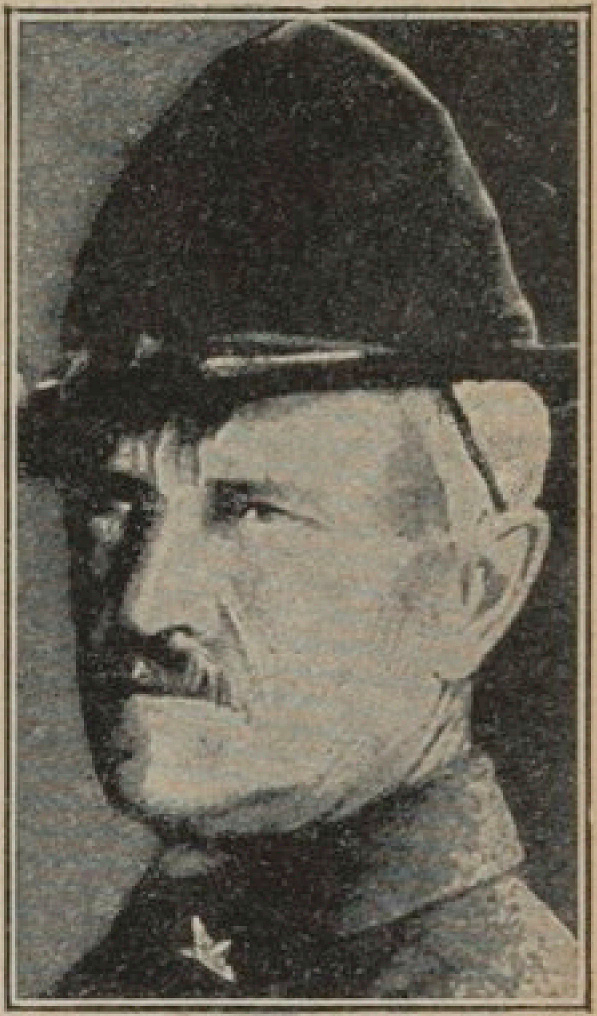
M. BARKER
Sous-secrétaire d'État de la Marine des États-Unis.

Cette décision entraînait à son tour celle d'une grande partie de l'Amérique latine. Les républiques de Cuba et de Panama déclaraient, elles aussi, la guerre à l'Allemagne. Le Brésil, après avoir rompu les relations diplomatiques avec le gouvernement impérial, constatait, à la fin de mai, que l'état de guerre existait en fait avec ce gouvernement et prenait les premières dispositions de défense navale que comportait cette détermination. Le Guatemala, la Bolivie, Haïti, le Honduras, le Nicaragua rompaient les relations diplomatiques. Tout permet de prévoir que les autres républiques sud-américaines, encore hésitantes, suivront les Etats-Unis du Nord, auxquels toutes ont témoigné leur sympathie.

Les ressources matérielles et morales des Etats-Unis sont immenses. Sur un vaste territoire de près de huit millions de kilomètres carrés, dont les richesses naturelles sont incalculables (20 % du blé récolté dans le monde, 66 % du coton, 80 % du maïs, 41 % du fer, 62 % du pétrole, 52 % du cuivre, 50 % de l'aluminium, 35 % du zinc, 32 % du manganèse, 29 % du plomb sont produits par le sol ou le sous-sol des Etats-Unis), sur ce territoire, vit de la vie la plus laborieuse et la plus intense une population de plus de cent millions d'habitants, qui augmente de 10 % tous les cinq ans, bien que des lois très sévères soient venues restreindre l'immigration.

M. MITTCHEL
Maire élu de New-York.

Au point de vue économique, les Etats-Unis apportent aux Alliés l'assurance d'un ravitaillement inépuisable en vivres, d'un approvisionnement constant en armes et en munitions, c'est-à-dire tout uniment la certitude de la victoire finale. Ils priveront de ces ressources les Empires centraux qui, par les neutres, notamment la Hollande et le Danemark, recevaient jusqu'ici, en contrebande, des Etats-Unis les matières premières qui leur sont indispensables. Le président Wilson a, en effet, résolu de réserver toutes les exportations de l'Union aux gouvernements alliés.



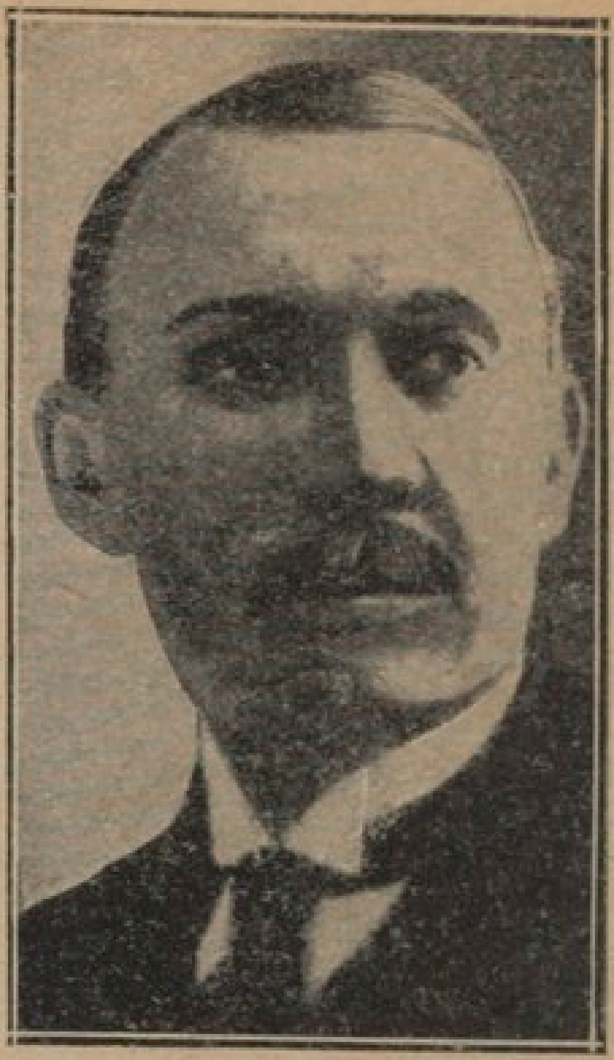
GÉNÉRAL PERSHING
Commandant les troupes américaines en France.

Si l'armée régulière des Etats-Unis ne comporte qu'un faible effectif permanent, la marine est de tout premier ordre. Par le nombre des navires cuirassés, elle vient immédiatement après la flotte britannique. Elle compte, en effet, 36 cuirassés construits depuis moins de vingt ans, 10 croiseurs cuirassés, 24 croiseurs de différentes classes, 61 contre-torpilleurs, 19 torpilleurs, 36 sous-marins. Parmi les cuirassés, 17 sont du type dreadnought ou super-dreadnought. Sur ce nombre, neuf sont armés de pièces de 356 mm, tandis que les similaires allemands ne portent que des canons de 305 millimètres.

L'aide que cette marine nous a apportée a été immédiate. Dès le mois de mai, une flottille de destroyers, sous le com-

M. RENÉ VIVIANI

L'AMIRAL CHOCHEPRAT



LE COMTE DE CHAMBRUN

mandement du contre-amiral Sims, a abordé en Grande-Bretagne. Dans la première semaine de juin, plusieurs grosses unités navales américaines touchaient les côtes de France.

Enfin, au point de vue militaire, la grande république n'a pas voulu rester en retard. Elle a pris immédiatement des mesures en rapport avec le chiffre de sa population et avec sa fierté nationale. Le Parlement, sur la proposition du président, n'a pas hésité à voter le service obligatoire pour tous les hommes âgés de 20 à 30 ans. Tous ces jeunes gens ont été convoqués le 5 juin. On compte qu'ils étaient au nombre de dix millions.

Sur ce chiffre, seront prélevés un million d'hommes qui seront successivement envoyés en Europe dès que leur instruction sera suffisante. En attendant, avec les éléments fournis par l'armée régulière et les milices, a été formé un premier corps de 20.000 hommes dont l'arrivée en Europe était imminente au moment où ces lignes ont été écrites. Cette force a été confiée au général Pershing, qui s'est distingué dans la dernière campagne du Mexique.

L'armée nationale, actuellement en voie de recrutement, serait disponible au printemps de 1918. Le général Pershing, précédent le premier corps expéditionnaire, a débarqué à Liverpool le 8 juin; le lendemain il était reçu par le roi George V, et quelques jours plus tard il arrivait à Boulogne. Le soir même, Paris lui faisait une réception enthousiaste.

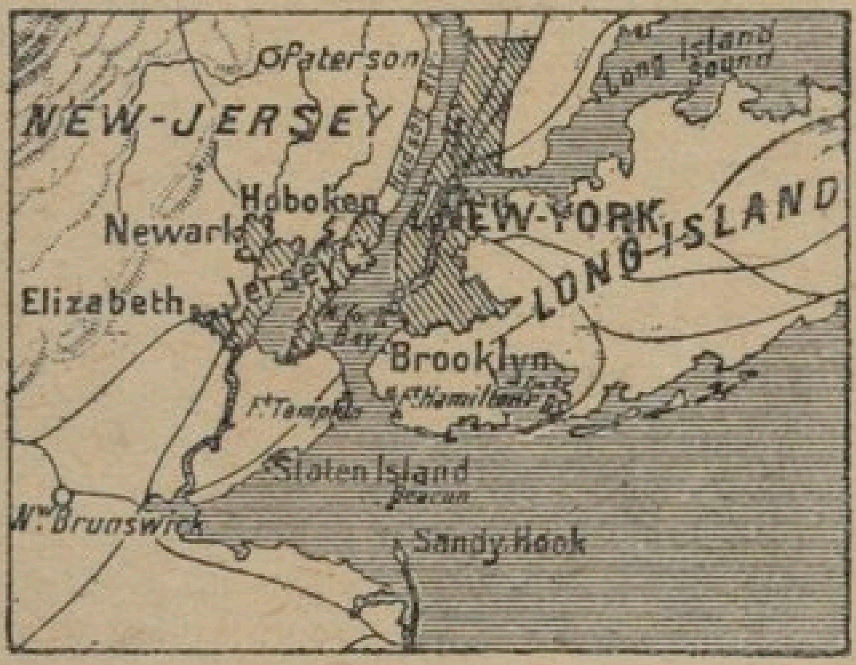
MARÉCHAL JOFFRE
(Cliché Melcy)

Il reste à dire un mot de l'aide financière que les Etats-Unis prêteront aux Alliés. On sait qu'elle n'est pas négligeable. La république américaine s'est fabuleusement enrichie pendant la guerre : tout l'or du monde s'est concentré chez elle. Le gouvernement a décidé d'avancer aux Alliés la somme énorme de 5 milliards de dollars (25 milliards) et, en souvenir de l'assistance financière que la France de Louis XVI donna jadis aux Etats-Unis, la part attribuée à notre pays sera purement et libéralement donnée et non prêtée. On ne saurait être plus reconnaissant ni plus noblement généreux.

Les Etats-Unis ont fait à la mission française, représentée par M. Viviani, le maréchal Joffre, l'amiral Chocheprat et le comte de Chambrun, descendant de La Fayette, un accueil inoubliable, montrant la sincérité et la chaleur avec lesquelles la démocratie d'au delà des mers embrasse la cause de l'humanité et de la justice. La réception, faite à New-York aux envoyés de la France, et que présidait le maire élu de cette magnifique cité, M. Mittchel, a dépassé en enthousiasme tous ce qu'il est possible d'imaginer.

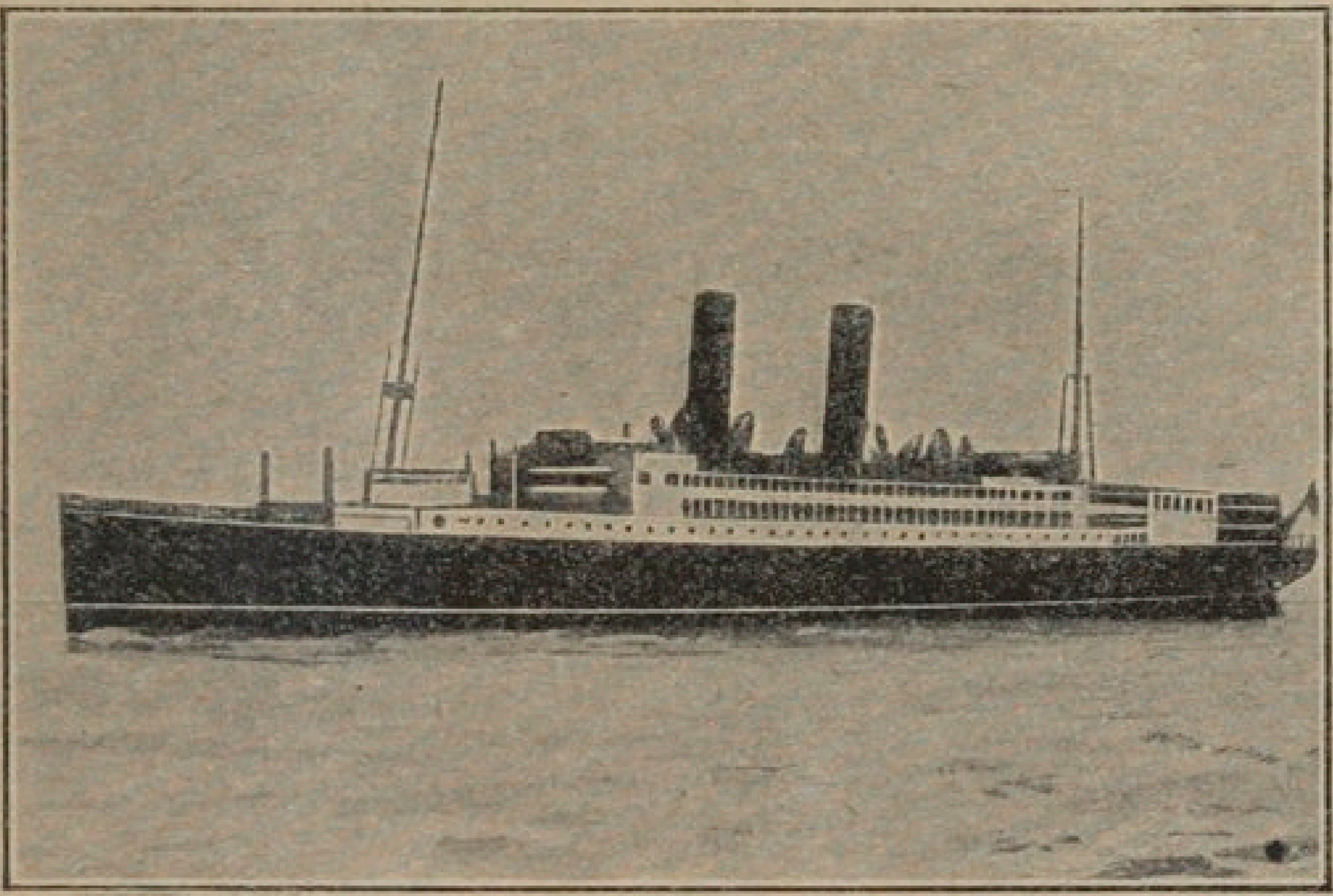
TORPILLAGES ET ACTIONS NAVALES

La question sous-marine a pris tout à coup, par le fait des déclarations du gouvernement anglais, une importance particulière. Jusqu'ici, on avait conservé, au sujet de l'œuvre des sous-marins allemands, un certain optimisme, mais les chiffres fournis par l'amirauté britannique le 25 avril, les déclarations faites le lendemain par sir Albert Stanley, ministre du Commerce, un discours de lord Beresford, dissipèrent tous les nuages et montrèrent la gravité de la menace. Cependant, alors même que la vérité apparaissait, nos alliés ne se laissèrent aller à aucun découragement, constatèrent qu'en mettant les choses au plus mal l'insuccès de l'Allemagne n'en restait pas moins certain, et décidèrent qu'il y avait lieu d'agir vite et résolument. Quelques jours plus tard, le 3 mai, lord Curzon exprima un avis rassurant, tout en reconnaissant que les Allemands avaient le droit de tirer avantage des résultats de leur campagne sous-marine. Mais, ajoutait l'orateur, l'ennemi se trompe en croyant qu'il parviendra ainsi à contraindre les Alliés à déposer les armes. Les faits sont venus confirmer cette opinion. Dès le 19 mai, le directeur général de l'économie alimentaire, M. Kennedy, déclarait à Édimbourg que le péril sous-marin était conjuré. A dater de ce moment, les torpillages ont été beaucoup moins nombreux, et l'on peut espérer maintenant que le rêve allemand est devenu irréalisable. D'ailleurs, la presse germanique a mis une sourdine à ses enthousiasmes antérieurs, et plusieurs de ses écrivains militaires les plus écoutés, obéissant, à n'en pas douter, à de prudentes instructions, ont paru s'être donné le mot pour engager le peuple allemand à ne pas se bercer de trop fortes illusions, disant qu'il ne fallait pas s'attendre à voir les Anglais s'effondrer du jour au lendemain sous les coups des sous-marins. Ce langage n'est déjà plus celui que l'on tenait en Allemagne au moment où le blocus des Alliés fut déclaré, lorsque le gouvernement de Berlin, commettant l'insigne et suprême folie de se mettre à dos la république américaine, affirmait que par la guerre sous-marine il était sûr de parvenir à la victoire, et qu'aucune considération de droit ou d'humanité n'aurait le pouvoir de l'arrêter dans la voie abominable qu'il se traçait.



L'ENTRÉE DU PORT DE NEW-YORK

Elle est actuellement défendue contre les sous-marins allemands par des filets métalliques.

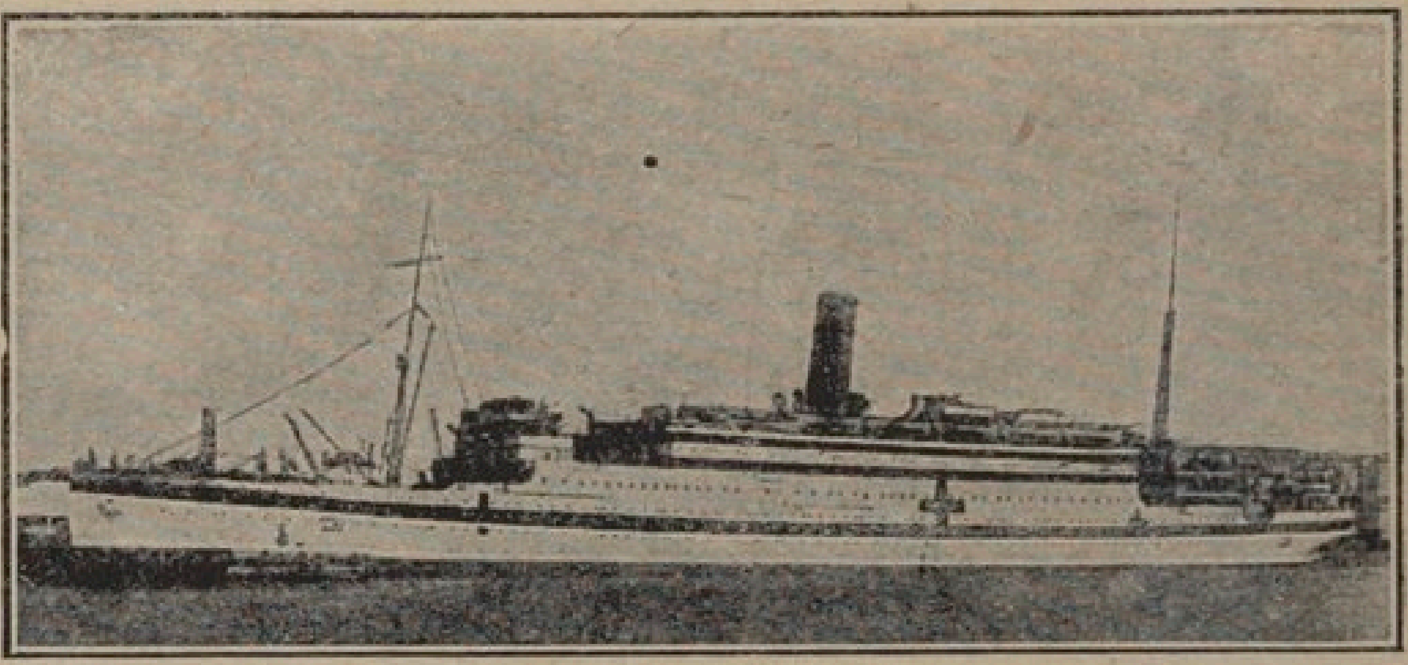


LE TRANSATLANTIQUE ANGLAIS « TRANSYLVANIA »

Torpillé et coulé en Méditerranée le 14 mai 1917.

En fait, l'emploi sans mesure des sous-marins, y compris contre les marines marchandes de tous les pays, loin d'assurer le triomphe de l'Allemagne, aura, tout au contraire, rapproché l'instant de son écrasement. C'est parce que la protestation du président Wilson n'a point été entendue, parce que la liberté des mers et des nations a été foulée aux pieds, que les Etats-Unis sont entrés dans la lutte, avec toute l'énergie et la volonté dont ils sont susceptibles. Désormais, le sort est fixé. Il ne se passera pas longtemps avant que le poids énorme du concours américain se fasse sentir douloureusement à nos ennemis. Ce concours

s'est déjà marqué par l'envoi en Angleterre d'une flottille de contre-torpilleurs, saluée par ces paroles de sir Edward Carson, ministre de la Marine, au banquet de la Ligue navale britannique : « On m'a dit toute la valeur combative de la flottille qui vient de nous être envoyée. Je sais quel précieux concours elle va nous fournir, et je m'en réjouis. Je ne crois pas qu'il y ait, dans l'Histoire du Nouveau Monde et de l'Ancien, un événement plus important que la venue de cette flotte de destroyers qui va combattre côte à côte avec nos navires. » Rappelons que les Etats-Unis ont déjà été victimes de la piraterie allemande. A l'heure même où le Congrès se réunissait pour entendre le message de M. Wilson, on apprenait que le navire de commerce armé l'*Astec*, se rendant en Europe, avait été coulé par un sous-marin, et qu'une partie de son équipage avait péri. Un autre bateau américain, le *Missourian*, fut torpillé en Méditerranée, sans avertissement, dans les premiers jours d'avril. Enfin, le matin du 17 avril, le contre-torpilleur américain *Smith* fut attaqué par un sous-marin, qui, sans l'atteindre, lui lança une torpille. Peut-être ce sous-marin était-il l'*U-36*, qui fut capturé dans un filet, près de New-Port-News, dans la première semaine du mois de mai.



LE NAVIRE-HOPITAL ANGLAIS « DOVER-CASTLE »

Torpillé sans avertissement, le 26 mai 1917, par un sous-marin ennemi, dans la Méditerranée.

Durant la dernière période, nous n'avons pas eu à déplorer, pas plus que nos alliés britanniques, la perte de grandes unités navales. Par ordre de date, nous mentionnerons, toutefois, le torpillage de l'*Ernest-Simons*, des Messageries maritimes, coulé en Méditerranée au début du mois d'avril, puis celui, trois semaines plus tard, du transport anglais *Ballarat*, ayant à bord de nombreuses troupes australiennes. Ces deux torpillages eurent ceci de commun qu'il n'y eut chaque fois qu'une seule victime. Quelques jours après, on annonçait la perte du paquebot *Medjerda*, courrier postal d'Oran. Le 15 mai, dans la Méditerranée orientale, un sous-marin ennemi coulait le transport anglais *Cameronia*, ayant des troupes à bord ; il y eut 130 morts. Plus grave avait été, la veille, le torpillage d'un autre transport anglais, le *Transylvania*, grand et beau navire de 14.000 tonnes, affecté avant la guerre au service des passagers entre Liverpool et New-York ; son torpillage causa la mort de 413 personnes. Telles furent les principales pertes anglaises. Le 16 avril, nous avions perdu, pour notre part, le paquebot *Sontay*, des Messageries maritimes, qui, ayant à bord 344 passagers, se rendait de Salonique à Marseille ; l'évacuation du navire s'exécuta avec calme, mais il coula si rapidement, et la mer était si grosse, que 45 personnes ne purent être sauvées. Ce fut au cours de ce même mois d'avril, dans la matinée du 30, que le vapeur *Colbert*, se rendant à Salonique, fut frappé par la torpille d'un sous-marin demeuré invisible, et s'enfonça avec rapidité. Malgré la rapide venue d'un chalutier, il y eut 51 victimes, parmi lesquelles le lieutenant auxiliaire Commelin, commandant du navire, marin de haute valeur, décoré de la Légion d'honneur et objet d'une belle citation, pour avoir, le 30 avril 1916, c'est-à-dire un an plus tôt, jour pour jour, défendu vaillamment le même *Colbert* contre l'attaque d'un sous-marin.

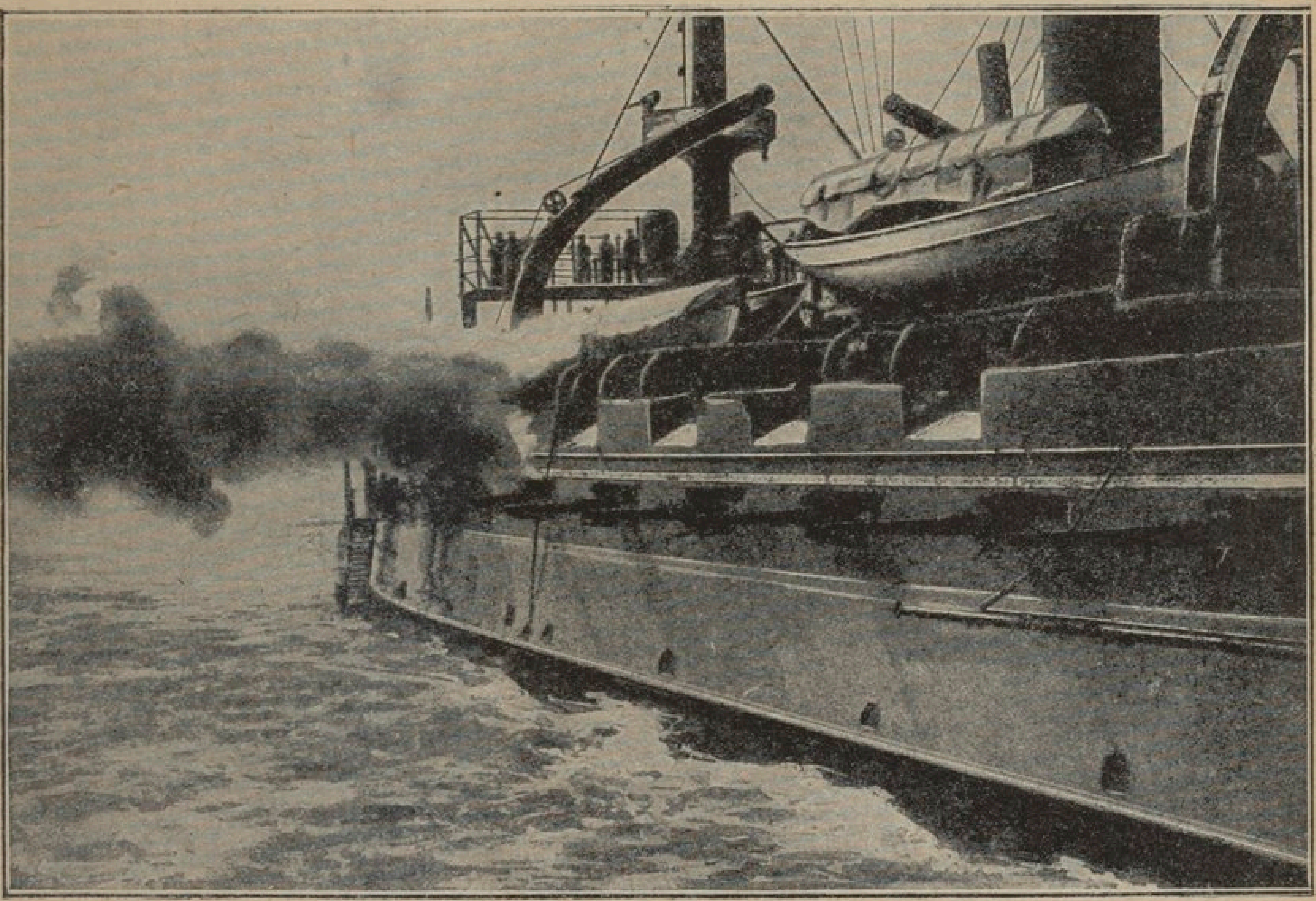
Le 29 mai, le paquebot *Yarra*, des Messageries maritimes, était coulé dans la Méditerranée orientale, et l'on comptait trente-six victimes.

A ces divers torpillages, il nous faut ajouter ceux, d'un caractère profondément criminel, exécutés par les submersibles allemands, au mépris des conventions de la Haye contre les navires-hôpitaux transportant des blessés. Aucune erreur n'était possible. Ces navires étaient aussi reconnaissables la nuit que le jour. L'ennemi ne chercha pas à nier le fait. Il se contenta, suivant ses habitudes invétérées, de le justifier par un mensonge, disant que ces navires transportaient des armes et des munitions. Parmi les attentats de ce genre, on peut citer le cas du navire hôpital anglais *Dover-Castle*, torpillé sans avertissement, le 26 mai, dans la Méditerranée ; il put continuer sa route, mais, deux heures plus tard, il fut torpillé de nouveau et coula. Le comité international de la Croix-Rouge se hâta de protester auprès de l'Allemagne, mais l'Angleterre et la France, sachant à quoi s'en tenir sur l'effet de cette protestation, décidèrent et firent savoir qu'à l'avenir, il y aurait toujours à bord des navires-hôpitaux des Alliés un certain nombre de prisonniers allemands.

En ce qui touche les opérations de guerre proprement dites, le fait le plus remarquable

a été, sans contredit, le raid tenté sur Douvres, dans la nuit du 20 au 21 avril, par six destroyers allemands, qui venaient de bombarder Calais. Ce raid ne causa aucun dommage à la ville de Douvres, les projectiles étant tous tombés dans des terres labourées. Mais l'escadrille allemande paya cher cette manifestation manquée. En s'en allant, elle fut rencontrée par deux contre-torpilleurs anglais, le *Swift* et le *Broke*, qui, sans hésiter, et sans tenir compte de la disproportion du nombre, se précipitèrent sur elle. Le vres signalait que les pertes anglaises étaient extrêmement faibles et que les deux bâtiments engagés n'avaient aucune avarie. Il ajoutait : « Nous avons eu la chance de pouvoir sauver la vie à dix officiers allemands et quatre-vingt-quinze hommes des navires coulés. » Ce fut en se rendant à Douvres que les Allemands, comme nous l'avons dit, bombardèrent Calais, détruisant plusieurs immeubles et tuant ou blessant une douzaine de personnes parmi la population.

Plusieurs autres tentatives allemandes se



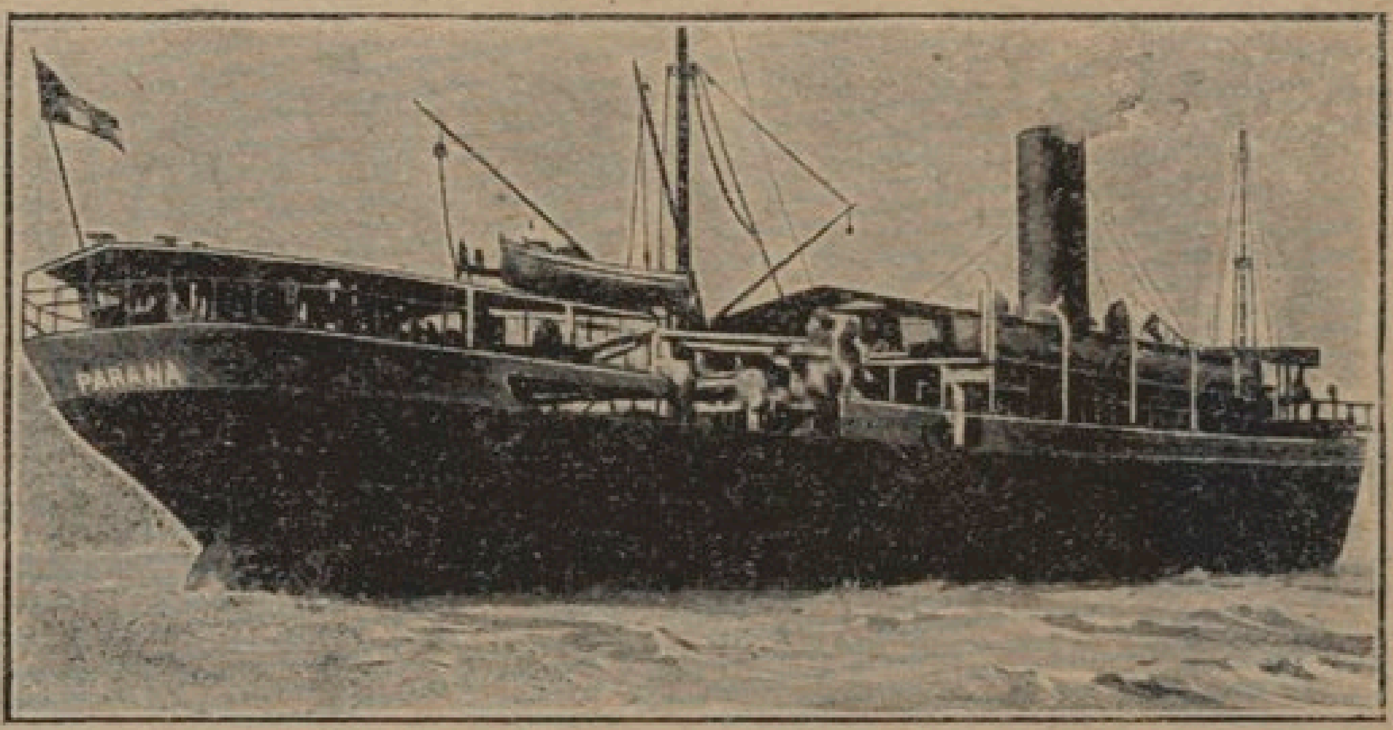
BATIMENT DE COMMERCE ARMÉ POUR SA DÉFENSE CONTRE LES SOUS-MARINS
Cette photo le représente au moment où il tire un coup de canon contre un grand submersible ennemi rencontré en vue des côtes de France.

combat ne dura guère plus de cinq minutes, mais, durant ce temps si court, les Anglais accomplirent des prodiges, se jetant sur les navires allemands pour les éperonner, ou les torpillant. Le *Broke* éperonna un ennemi auquel il demeura attaché, et dont il balaya alors le pont par un feu terrible ; tout un groupe allemand se lança sur le bateau anglais, et un combat effrayant s'engagea, dans lequel, à l'exception de deux, tous les Allemands périrent. Le *Swift*, de son côté, mettait en fuite plusieurs adversaires. Bref, deux destroyers allemands furent coulés, et l'on a lieu de croire qu'un troisième subit le même sort. Les autres, fort endommagés, se sauvèrent, tandis que les équipages vainqueurs poussaient de frénétiques acclamations. Le rapport du commandant de Dou-

produisirent. Dans la nuit du 25 avril, une escadrille de destroyers ennemis, défilant au large, bombarda Dunkerque, provoquant ainsi le feu des batteries du front de mer et attirant des bâtiments de patrouille anglo-français, devant lesquels elle se retira vers Ostende à grande vitesse. Dans ce court engagement, nous perdîmes un de nos torpilleurs. Au cours de la nuit du lendemain, vers 1 h. 15 du matin, et par un temps très sombre, plusieurs contre-torpilleurs allemands, postés au large, ouvrirent le feu vers Ramsgate. L'ennemi lança d'abord des fusées éclairantes pour ajuster son tir, puis il commença le bombardement, et, en moins de cinq minutes, plus de cent obus tombèrent sur la ville, où une dizaine de maisons furent sérieusement endommagées. Il y eut aussi deux

morts et trois blessés. A ces diverses démonstrations, nos alliés répondirent, le 12 mai par un formidable bombardement de Zeebrugge, qui dura près de deux heures, et causa, d'après les journaux hollandais, des dégâts énormes aux installations ennemies.

Malgré cela, les Allemands ne renoncèrent pas à leur projet d'attaquer Dunkerque. Dans la nuit du 19 au 20 mai, une patrouille de quatre torpilleurs français rencontra, au large, une flottille de destroyers se dirigeant vers le port. L'ennemi, supérieur en force, ouvrit le feu le premier, mais voyant que nos torpilleurs fonçaient sur lui, cherchant l'abordage, il se retira à toute vitesse sur sa base. Le combat d'artillerie dura environ un quart d'heure. Le lieutenant de vaisseau Bijot, commandant le *Bouclier*, et son officier de manœuvre, furent tués. L'enseigne de vaisseau Peyronnet, atteint de six blessures, dont une très grave, prit alors le commandement pendant la fin de l'action et jusqu'au retour à Dunkerque. En résumé, l'escadrille française n'eut que des avaries insignifiantes et domina l'adversaire, qui renonça à poursuivre son objectif.



LE TRANSPORT BRÉSILIEN « PARANA »

Coulé par un sous-marin allemand au large de Barfleur.

Cinq jours auparavant, un petit engagement naval eut lieu dans l'Adriatique, où des unités autrichiennes prirent la fuite devant les vaisseaux italiens. Plusieurs torpilleurs français prirent part à la poursuite de l'ennemi, qui fut d'assez longue durée. L'un d'eux, le *Boute-Feu*, toucha une mine et coula au moment où il ralliait l'escadre.

Depuis lors, dans la première semaine de juin, une escadrille anglaise comprenant de grosses unités a infligé de nouveau à Ostende et à Zeebrugge un bombardement d'une violence inouïe, causant des ravages considérables, détruisant de puissants ouvrages militaires et occasionnant la perte d'un grand nombre de vies humaines. Les Allemands employèrent plusieurs journées à relever leurs morts et leurs blessés au milieu des ruines accumulées par les obus britanniques.

A la date du 7 juin, une dépêche de Washington, annonçait qu'un vapeur américain armé avait coulé un sous-marin à la suite d'un combat qui dura près d'une heure et demie et fut des plus mouvementés.

Cet article ne serait pas complet si nous n'y parlions pas des graves difficultés qui se sont élevées entre l'Allemagne d'un côté, et l'Argentine, le Brésil et l'Espagne, d'autre part, en raison des pratiques allemandes de guerre sous-marine. Des manifestations se sont produites à Buenos-Ayres, à la nouvelle du torpillage de plusieurs voiliers argentins. Quant au Brésil, le coulage du transport *Parana* au large de Barfleur et celui du vapeur *Tijuca*, achevèrent de le précipiter vers une rupture ouverte avec les Allemands. Son gouvernement fit occuper les navires germaniques internés dans ses ports, et, dans les derniers jours de mai, les chambres brésiliennes révoquèrent la précédente déclaration de neutralité. L'opinion espagnole ne fut pas moins surexcitée par le torpillage du navire *San Fulgencio*, par ceux du *Tom*, du *Cabo Blanco*, du *Carmen*, du *Patricio*, etc., dont plusieurs furent audacieusement coulés dans les eaux territoriales. On sait que l'Espagne protesta avec vigueur et que Berlin s'excusa, disant que de tels faits ne se reproduiraient pas, mais on sait ce que valent les promesses allemandes et l'on est fondé à croire qu'on aura occasion de les apprécier à leur juste prix, de l'autre côté des Pyrénées.

Les Allemands ont encore trouvé le moyen de se mettre à dos la république de l'Uruguay en coulant un navire battant pavillon de ce pays, *Rosario ;* l'équipage fut heureusement sauvé par un bâtiment patrouilleur.

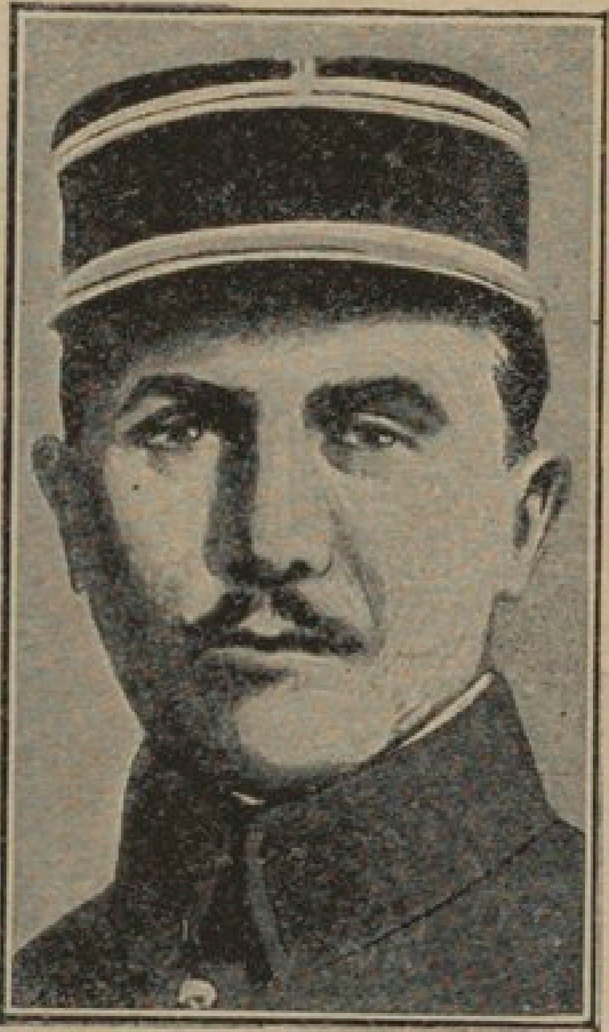
Parmi les événements de mer qui ont marqué cette dernière période, signalons la belle conduite du voilier de Fécamp *Saint-Antoine-de-Padoue* qui, voyant un de ses camarades, le *Saint-Jacques*, sur le point d'être coulé par un sous-marin, n'hésita pas à se porter à son secours et à canonner le pirate, qu'il mit promptement en fuite.

Quant au submersible *U-C-52*, à qui l'on doit de nombreux méfaits sur les côtes espagnoles, il est probable qu'il ne se livrera plus à ses criminelles besognes. En effet, dans la matinée du 11 juin, il a été découvert, fortement avarié, dans la baie de Cadix, et deux torpilleurs espagnols l'ont pris en remorque pour le conduire dans le port. Il avait eu la tuyauterie de sa machine crevée par des projectiles. Comme ses réparations devaient durer plus de deux jours, on assurait que, conformément au Code international, il serait purement et simplement interné jusqu'à la fin des hostilités.

L'INTENSITÉ DE LA GUERRE AÉRIENNE

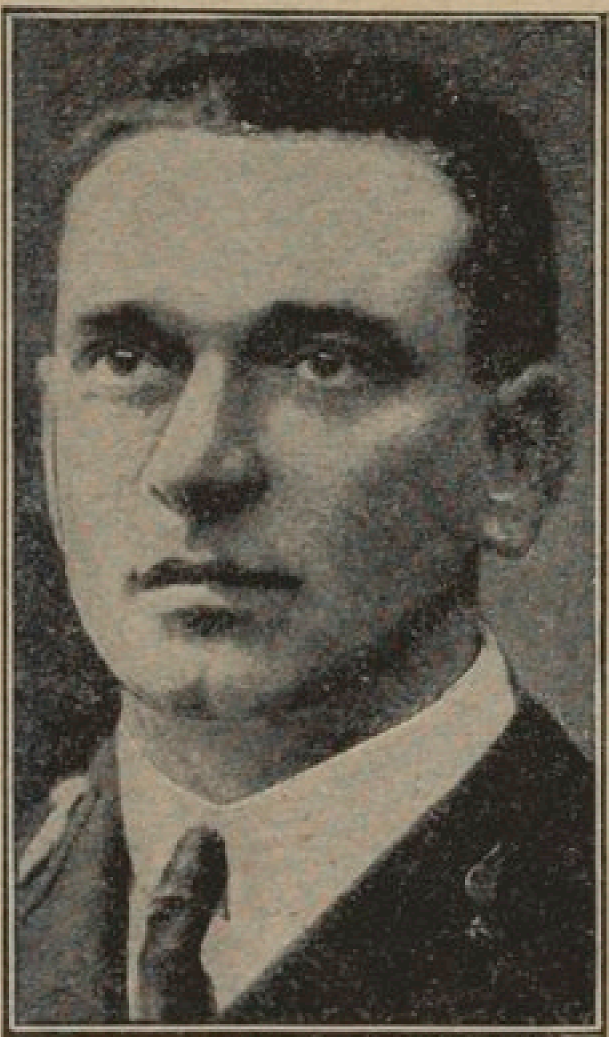
La guerre aérienne proprement dite, — et nous entendons par là les combats et les bombardements du front — s'est poursuivie dans les conditions habituelles de courage et d'énergie que nous avons eues déjà à signaler dans nos précédents exposés. Il nous est malheureusement impossible de les détailler tous. Nous mentionnerons cependant les multiples expéditions contre les casernements, centres de ravitaillement et d'aviation, voies ferrées, usines de munitions, etc., appartenant aux Allemands. C'est ainsi que les établissements d'Hagondange recevaient, dans la nuit du 3 au 4 mai, plus de huit tonnes d'explosifs. En même temps, les rencontres aériennes se multipliaient, et nous avions à enregistrer de nouveaux succès à l'actif de nos vaillants pilotes : Guynemer, Nungesser, Dorme, de La Tour, Douchy, Pinsard, Madon, etc., auxquels est venu se joindre depuis peu le capitaine Auger, déjà remarqué pour de brillantes citations. En même temps, d'autres « as » se révélaient : les sous-lieutenants Languedoc et Régnier, le maréchal des logis Soulier, l'adjudant Fonck, le capitaine Le Cour Grandmaison, qui devait être tué d'une balle le 10 mai à bord de son avion. Comme toujours, il nous faut enregistrer des pertes douloureuses, dans ces batailles terribles de l'air, où le vainqueur partage souvent le sort du vaincu. A peine venions-nous de parler des beaux exploits du capitaine Doumer, que nous apprenions successivement, d'abord sa chute dans les lignes allemandes, ensuite sa mort, déterminée par ses blessures. Le capitaine Doumer, âgé de vingt-neuf ans, lieutenant de chasseurs à pied au commencement de la guerre, grièvement blessé à Lunéville et décoré pour sa belle conduite, avait demandé, quand il fut guéri, à entrer dans l'aviation, où il ne tarda pas à se faire remarquer par son courage et son sang-froid. C'était le deuxième fils de M. Paul Doumer tué à l'ennemi. Trois de ses frères sont encore au front. Nos alliés anglais, de leur côté, qui perdirent en une seule journée, vingt-huit appareils, eurent à déplorer la disparition de plusieurs de leurs aviateurs les plus audacieux. Au nombre de ces disparus figure Albert Ball, qui comptait à son actif quarante-deux victoires, et qu'on avait vu, au mois de septembre 1916, s'attaquer seul à une escadrille de sept avions allemands, abattre l'un d'eux et mettre les six autres en fuite. Plus heureux que son compatriote, l'aviateur Robinson, le vainqueur du premier zeppelin abattu en Angleterre, et dont on avait annoncé la mort, est seulement prisonnier en Allemagne. Dans cette brève nomenclature des batailles aériennes, il serait injuste de ne pas rappeler que le 23 mai, lorsque se produisit au Carso la foudroyante offensive des Italiens contre les lignes autrichiennes, des escadrilles de nos valeureux alliés, comptant au total 130 avions, y compris un groupe d'hydravions de la marine royale, participèrent à la bataille, affrontant avec une véritable témérité les masses ennemies, les accablant sous dix tonnes de bombes et mitraillant l'infanterie, dans les rangs de laquelle se produisirent de violentes paniques. Ajoutons que tous les appareils rentrèrent indemnes à leur point de départ.

Ce fut aussi une très belle opération que celle que des hydravions anglais réalisèrent contre Zeebrugge, dans la nuit du 7 au 8 avril, et qui ne coûta aucune perte. Une force navale accompagnait les hydravions, et elle torpilla et coula deux destroyers allemands. Un peu plus tard, des avions ennemis ayant lancé des bombes sur Châlons et Epernay, cinq de nos aviateurs allèrent survoler la ville de Trèves et y jetèrent de nombreux obus, qui touchèrent tous le but et déterminèrent un incendie considérable au centre de la ville. Ce n'était pas la première fois, d'ailleurs, que Trèves recevait la visite redoutée de nos pi-



HENRY LANGUEDOC

Le 12 avril 1917, il abattait son 5e appareil allemand.



SOUS-LIEUT[t] RÉGNIER

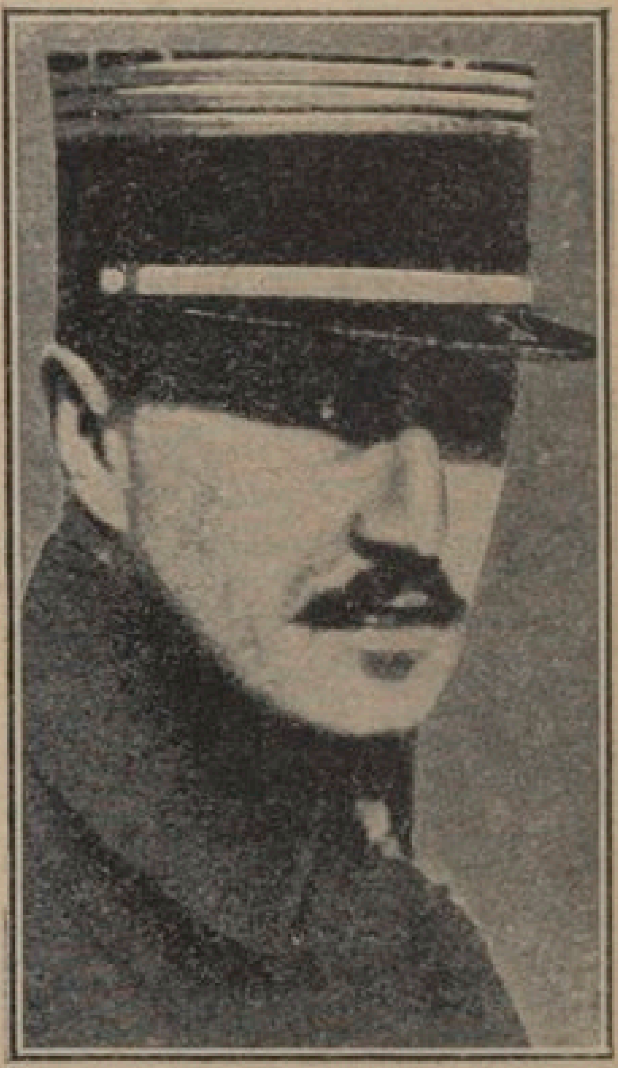
Il a également descendu cinq avions ennemis.

lotes. Précédemment, le 14 avril, en représailles des attaques des sous-marins allemands contre les navires hôpitaux anglais, attaques commises en violation directe de la convention de La Haye, que l'Allemagne paraît n'avoir voulu signer que pour la fouler aux pieds, une importante escadrille, composée d'aéroplanes anglais et français, bombarda Fribourg-en-Brisgau. De nombreuses bombes furent efficacement lancées, ainsi que le constatèrent les feuilles allemandes, et, à l'exception de trois, tous les appareils regagnèrent leur base, malgré les violents combats qu'ils durent livrer à des aéroplanes ennemis.

LE COUR GRANDMAISON

Tué glorieusement le 10 mai 1917 au cours d'un combat aérien, en Champagne.

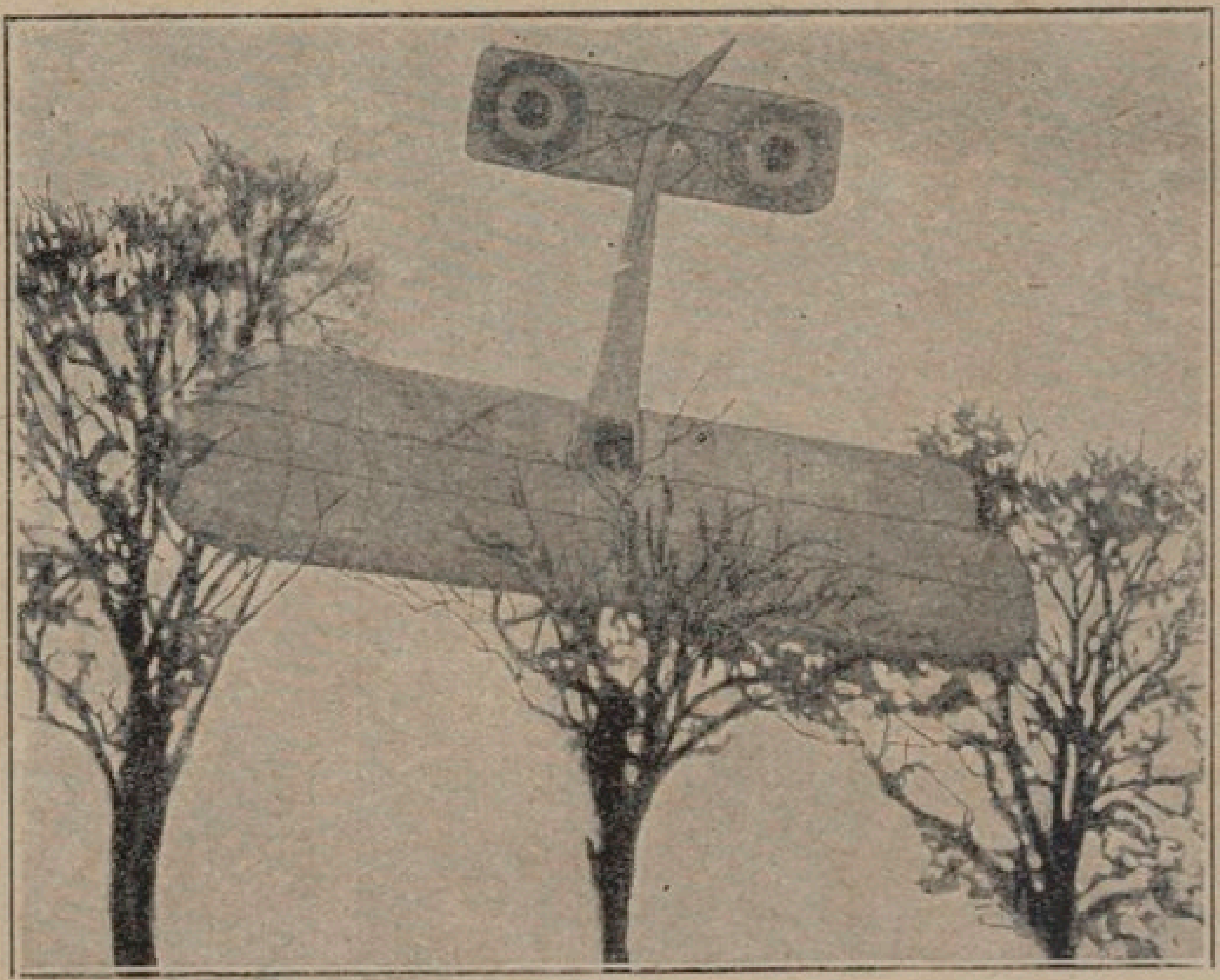
Pendant la période que nous examinons, les zeppelins firent peu parler d'eux. Pourtant, au cours de la nuit du 23 au 24 mai, cinq d'entre eux abordèrent la côte est de l'Angleterre. Le temps était extrêmement couvert, ce qui rendait l'observation fort difficile, mais gênait aussi l'action des dirigeables, qui parurent errer à l'aventure, lançant des bombes au hasard, et ne causant dans les campagnes que de minces dégâts. Un homme et un cheval furent tués dans un village du Norfolk, et les zeppelins reprirent le chemin du retour après des évolutions qui durèrent trois heures environ. Des aviateurs les poursuivirent, mais ils furent protégés par les mauvaises conditions atmosphériques. Ce raid était le deuxième depuis près de sept mois. Le précédent avait eu lieu le 16 mars, et l'on se souvient que l'un des dirigeables, entraîné vers Paris par la violence du vent, fut abattu par des artilleurs français à Compiègne même.



CAPITAINE AUGER

Vers le milieu de mai, il se classait parmi les « as » (cinq appareils abattus).

On peut se demander, d'ailleurs, si les Allemands, instruits par une expérience cruelle, ont l'intention de renouveler ces expéditions d'une valeur nulle quant aux résultats. Peut-être même celle du 24 mai n'avait-elle pour but réel que celui de dissimuler l'attaque par avions qu'ils préparaient. Déjà, le 6 avril, puis le 7 mai, des appareils isolés avaient survolé le comté de Kent et la banlieue de Londres, lançant des bombes, mais ne causant que des dégâts sans gravité. Le lendemain du raid des zeppelins, un peu après cinq heures, seize avions ennemis parurent sur la côte sud-est de l'Angleterre, jetant des bombes en de nombreux endroits, et particulièrement sur la ville de Folkestone, qui souffrit cruellement de cette agression. Sur un seul point, dans une rue commerçante, quatorze femmes, sept enfants et six hommes furent tués net. Pour l'ensemble du raid, on compta soixante-seize morts et cent soixante-quatorze blessés. A leur retour, les appareils ennemis furent attaqués par les escadrilles anglaises, et trois furent abattus.



CHUTE CURIEUSE D'UN AVION FRANÇAIS

L'appareil, tombé par suite d'une panne de moteur, est resté suspendu au-dessus d'un groupe d'arbres.

LE MÉCANISME DU CHANGE INTERNATIONAL

Par Charles de LONGCHAMP

Le mark baisse. Cette rubrique, que nous lisons dans les journaux tous les jours, quel en est le sens? Quelles peuvent en être les causes et les conséquences?

Avant d'entrer dans le vif de ces questions, d'une brûlante actualité, quelques explications préliminaires s'imposent :

Le mark-papier, le franc-papier, la lire-papier, sont des marchandises tout comme le sucre, l'acier et le coton. Il se vend à la Bourse de Paris des marks-papier, des dollars-papier, comme il se vend du bœuf, des œufs et du poisson aux Halles Centrales. cours qui s'appellent le cours du mark à Paris, le cours de la lire à Paris, et pour l'ensemble des valeurs de ce genre : le cours des changes.

De même donc que le *Bulletin des Halles* donne le cours des œufs, des légumes et des volailles, le *Bulletin de la Bourse* publie le cours des marks-papier, des lire-papier, etc.

Disons immédiatement qu'il ne saurait être question de cours sur le mark-or ou la lire-or. Pour prendre un exemple bien simple, une pièce de 20 lire italienne en or, à l'effigie de Victor-Emmanuel, peut-être fondue et frappée à l'effigie de la République Française:

FIGURES MONTRANT LE « GRIGNOTAGE » DU MARK EN SUISSE, EN HOLLANDE ET AUX ÉTATS-UNIS PAR SUITE DE LA BAISSE DU CHANGE DE CETTE UNITÉ MONÉTAIRE

Il convient de faire remarquer que, depuis que ces dessins ont été établis, la baisse du change sur l'Allemagne s'est encore accentuée, notamment à la Bourse de Genève où, à la date du 8 juin 1917, les 100 marks ne valaient plus que 72 francs, soit 57,60 pour une somme représentative de 100 francs.

La suite nous expliquera ce qu'il faut entendre par cette expression : mark-papier ou livre-papier, de quelle façon ce genre de marchandise se présente, pourquoi on a besoin de s'en procurer et comment il se paie. Bornons-nous pour le moment à des affirmations d'ordre général et acceptons-les jusqu'à ce que les pages suivantes aient fourni aux lecteurs les raisons pour les admettre.

Acheter des marks-papier en Allemagne pour les payer en marks, ou des lire-papier en Italie pour les payer en lire, serait une opération blanche et dénuée de sens.

On achètera, par exemple, des marks-papier ou des lire-papier à Paris et on les paiera en francs ; on les paiera plus ou moins cher, suivant que le mark ou la lire seront à des cours plus ou moins élevés ; ce sont ces elle devient immédiatement une pièce de 20 francs or. La pièce d'or n'est qu'un lingot d'un poids déterminé que la forme, la frappe, la dimension rendent immédiatement reconnaissable. L'or n'est pas un métal français, allemand ou italien, l'or représente une valeur internationale et, de ce fait, il est une monnaie internationale, la monnaie-type, l'étalon auquel il faudra se reporter pour comparer et apprécier toutes les autres valeurs.

Quand on dit : 1 lire italienne vaut 1 franc, 1 mark vaut 1 fr. 23, on condense en une formule le raisonnement suivant : les Allemands ont donné à un petit bloc d'or, d'un poids déterminé, le nom de mark, et il se trouve que le poids de ce bloc est, par rapport à celui auquel les Français ont donné le nom de « franc », dans le rapport de 1,23

à 1. Les Italiens ont donné le nom de « lire » à un bloc d'or identique à celui auquel les Français ont donné le nom de « franc », d'où :

1 mark vaut 1 fr. 23 ;

1 lire vaut exactement 1 fr.

C'est ce qu'on appelle la valeur au pair.

Si 1 mark-papier est vendu 1 fr. 23, il est vendu au pair ; plus cher, il est vendu

DESSINS COMPARATIFS DE LA DÉPRÉCIATION DE LA COURONNE AUTRICHIENNE

avec prime : le mark est en hausse ; plus bas, il est vendu avec perte : le mark est en baisse

Le change.

Comme nous l'avons dit, on peut acheter à la Bourse de Paris des marks-papier, des lire-papiers, etc., de même que les prix de l'avoine, du sucre, de l'acier sont fixés par quintal, par tonne, les prix des marks-papier, des lire-papier, etc., sont fixés par

LA BAISSE DU FRANC FRANÇAIS A ÉTÉ LOIN D'ATTEINDRE CELLE DES UNITÉS MONÉTAIRES DE L'ALLEMAGNE ET DE L'AUTRICHE, ET CELA PROUVE SURABONDAMMENT LA PUISSANCE DE NOTRE CRÉDIT PENDANT LA GUERRE

100, 400, 500 unités, suivant les places. (A New-York, on cote les marks par 400 unités ; à Paris, on cote les pesetas espagnols par 500 unités). Ce sont d'ailleurs des points de détail qui ont cependant leur intérêt.

Cela posé, qu'est-ce que le change?

Le change est le terme général qui sert à désigner l'ensemble des opérations, achats et ventes, conclus sur les valeurs-papier. Ces opérations se font à des cours variables, qui sont précisément les cours du change.

Le cours d'une monnaie-papier *sur une place déterminée* est le prix auquel un certain nombre d'unités de cette monnaie peuvent être obtenues en monnaie de la place sur laquelle est conclu le marché.

Exemple : le cours de la lire à Paris, le 3 novembre 1916, est le prix en francs auquel on peut se procurer à ce jour 100 lire-papier.

Si 100 lire-papier sont payées Fr.: 86,50, le cours de la lire, le change de la lire, comme l'on dit aussi, ou encore le change italien est au 3 novembre 1916, à Paris, de 86,50.

Mais, dira-t-on, comment peut-il bien circuler des marks-papier, des lire-papier, des dollars-papier en France? Comment peut-il circuler les mêmes valeurs en Russie ou au Japon? Quel intérêt peut-on avoir à se procurer ce genre de marchandises? Sous quelle forme se présentent-elles? Comment les paie-t-on? Autant de questions auxquelles il ne peut être répondu clairement que par les exemples que nous allons donner :

Le « Nouveau Marché » de Paris expédie au « Grand Bazar » de Rome des objets de luxe, articles de Paris appréciés par les Italiens. Il fait un envoi de 10.000 francs de marchandises. Comment va se solder l'opération ? Le moyen, en apparence le plus simple, serait que le « Grand Bazar » de

Rome envoyât au « Nouveau Marché » de Paris l'équivalent *en or* du montant de la facture, puisque l'or est, par définition, la monnaie internationale ; mais, si l'on ne voulait user que de ce mode de paiement, la quantité d'or existant sur la surface du globe ne suffirait pas à solder le centième des opérations qui s'effectuent journellement. Il faut avoir recours à d'autres procédés. Entre nations différentes, deux modes de paiement sont plus généralement employés :

1° Le tirage du vendeur ;

2° La remise de l'acheteur.

1° *Tirage du vendeur.* — Le « Nouveau Marché » de Paris, qui a envoyé au « Grand Bazar » de Rome pour 10.000 francs de marchandises, rédigera un écrit dont les termes sont empruntés à l'argot du métier, dont le sens revient exactement à ceci :

Sur la présentation de cet écrit, le GRAND BAZAR *de Rome payera la somme de* 10.000 *lire qu'il me doit.*

Signé: NOUVEAU MARCHÉ.

Cet écrit est ce qu'on appelle une lettre de change. Le « Nouveau Marché » *tire* une lettre de change sur son client acheteur : il fait, en langage commercial, un *tirage*.

Nous supposons, dans cet exemple, que le franc et la lire sont au pair, c'est-à-dire que 100 lire ont la même valeur que 100 francs et 10.000 lire, la même valeur que 10.000 fr.

Ce n'est pas tout que d'avoir rédigé cet écrit : le « Nouveau Marché » va chercher à le vendre. Si on connaît la bonne foi du tireur (le « Nouveau Marché » en l'espèce) et la solvabilité du tiré (le « Grand Bazar » de Rome), rien ne s'oppose, on le conçoit, à ce que cette lettre de change ait une valeur marchande. Le « Nouveau Marché » pourra trouver à vendre son écrit pour 10.000 francs.

L'acheteur de cet écrit pourra le revendre à son tour, jusqu'au jour où le dernier acheteur de l'écrit se présentera au « Grand Bazar » de Rome et terminera la chaîne de ces diverses opérations en encaissant 10.000 lire, contre remise de la lettre de change.

En pratique, le « Nouveau Marché », qui n'a pas le temps de chercher un acheteur à son écrit, ira trouver une personne dont le métier est d'acheter et de vendre ce genre de papier : un banquier. C'est à son banquier que le « Nouveau Marché » vendra sa lettre de change ; c'est le banquier qui servira d'intermédiaire pour trouver au « Nouveau Marché » un acheteur à son précieux écrit.

2° *La remise de l'acheteur.* — Il existe un autre mode de paiement des 10.000 francs de marchandises expédiées par le « Nouveau Marché » au « Grand Bazar » de Rome. Le voici dans sa simplicité :

Le « Grand Bazar » de Rome va trouver son banquier, la Banque d'Italie, à Rome, et il lui dit : « Je dois 10.000 francs au « Nouveau Marché » de Paris ; vendez-moi un papier de 10.000 francs que je lui enverrai. »

La Banque d'Italie peut donner immédiatement satisfaction au « Grand Bazar » de Rome et lui remettre 10.000 francs en papier sous différentes formes, dont la plus fréquente est celle du chèque.

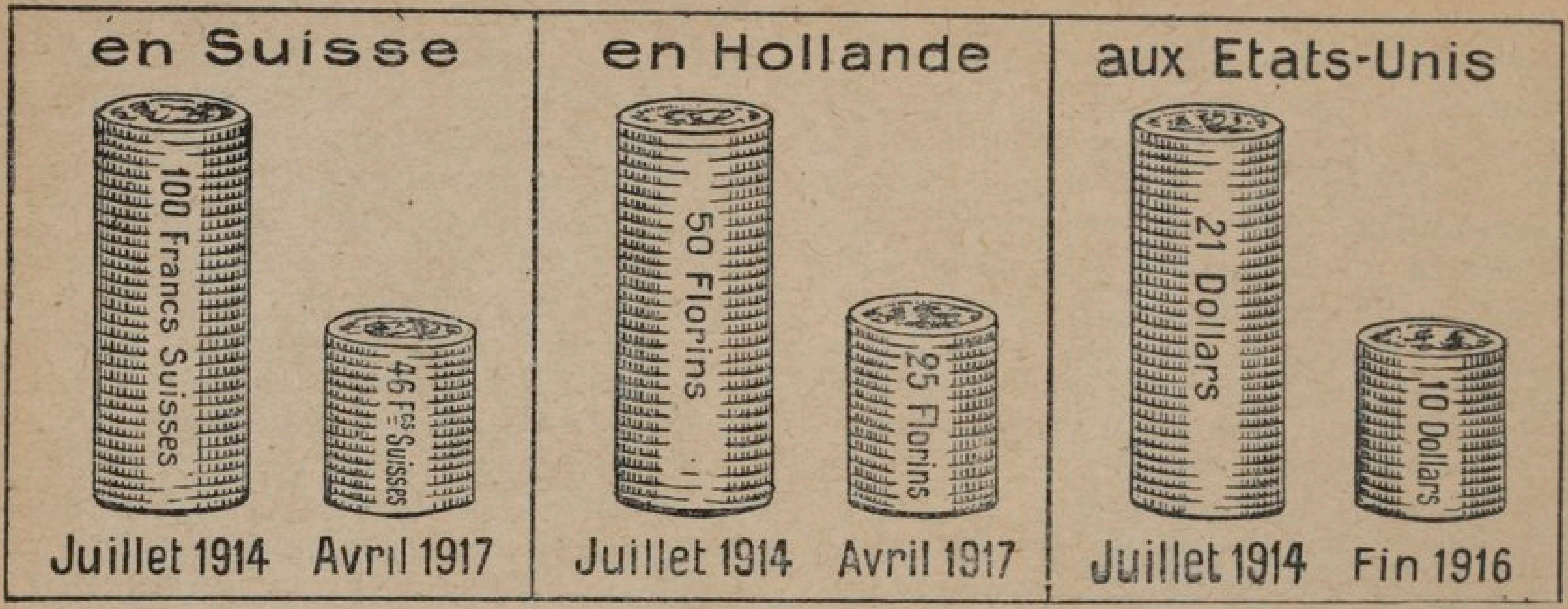
La Banque d'Italie, qui a un compte ouvert à la Banque de France, à Paris, écrira sur un papier spécial et dans un langage de convention, une formule qui peut se traduire sommairement par la suivante :

Sur présentation de cet écrit, la BANQUE DE FRANCE, *à Paris, vous paiera* 10.000 *francs.*

Signé: BANQUE D'ITALIE.

Cet écrit est tout bonnement un chèque.

DÉPRÉCIATION D'UNE SOMME D'ARGENT ALLEMAND CORRESPONDANT A 100 FRANCS



DÉPRÉCIATION D'UNE SOMME D'ARGENT AUTRICHIEN CORRESPONDANT A 100 FRANCS

En admettant toujours que la lire et le franc soient au pair, et sans tenir compte de la rémunération du banquier, le « Grand Bazar » de Rome versera à la Banque d'Italie 10.000 lire, emportera son chèque et n'aura plus qu'à l'envoyer, par lettre, au « Nouveau Marché », lequel ira se faire payer 10.000 francs à la Banque de France, à Paris.

Voilà une forme sous laquelle, après avoir acheté des francs, le « Grand Bazar » paiera par envoi, *par remise*, sans attendre qu'il lui soit présenté la lettre de change rédigée par son fournisseur, le « Nouveau Marché ». Il est inutile de dire que ces deux modes de paiement, *tirage* et *remise*, ne fonctionneront pas en même temps ; le « Nouveau Marché » et le « Grand Bazar » s'entendront à l'avance, par correspondance, sur l'un des modes de paiement à employer.

Tirage du vendeur, remise de l'acheteur, sont donc deux moyens de paiement qui peuvent souvent remplacer un envoi d'or.

Tout cela serait fort simple, si une lettre de change de 10.000 lire se vendait exactement 10.000 francs, ou si un chèque de 10.000 francs pouvait être acquis exactement pour 10.000 lire ; mais tel n'est presque jamais le cas — autant dire jamais

Une lettre de change de 10.000 lire se paiera tantôt 9.999 francs, tantôt 10.001 francs ; cela parce que les lire ont un cours, comme d'ailleurs toutes les autres monnaies étrangères : c'est le cours des changes.

Les explications qui précèdent sur les effets de commerce (lettre de change, chèque), dont on ne saisit pas au premier coup d'œil la nécessité dans une étude sur le change, y trouvent cependant une place essentielle, car c'est la plus ou moins grande abondance de ces effets de commerce sur un marché qui est, en temps normal, le premier facteur susceptible de modifier les cours du change. Il existe un autre facteur capable d'influencer les cours du change et que nous examinerons en premier lieu : la confiance.

1° *La confiance*. — L'influence que peut exercer la confiance en matière de crédit pourrait, à la rigueur, se passer d'explication, tant cette influence est évidente. N'oublions pas, en effet, que nous envisageons des modes de paiement en papier, c'est-à-dire en « promesse de payer ». Avoir foi en une promesse, c'est accorder sa confiance.

Si des bruits fâcheux circulent sur l'honorabilité du « Nouveau Marché », on pourra supposer que cette maison n'a fait aucun envoi au « Grand Bazar » de Rome et n'a rédigé sa lettre de change que dans l'intention frauduleuse de se procurer 10.000 francs. S'il est à prévoir que le « Grand Bazar » de Rome est à la veille de faire faillite, peu de gens consentiront à acheter un écrit dont la valeur repose, pour la plus grande part, sur la solvabilité de l'acheteur des marchandises. On conçoit que, dans ces conditions, cet écrit, d'un montant nominal de 10.000 lire, puisse être acheté par un risqueur pour 9.000 francs, par exemple.

Si, de même, le trésor de l'Etat italien est considéré, par suite de sa mauvaise gestion, de ses dépenses exagérées, comme étant dans une situation précaire et gênée, le billet de banque italien de 100 lire, qui n'est qu'une promesse de payer de l'Etat italien sur lui-même (une lettre de change tirée par l'Etat sur lui-même) sera acheté en France au-dessous de sa valeur au pair, au-dessous de 100 francs : la lire italienne baissera plus ou moins sur le marché de Paris.

Mais la confiance est un facteur qui n'exerce sa plus grande influence que dans les périodes de crise. Le facteur constant et

normal qui modifie le cours des changes est surtout la loi de l'offre et de la demande.

2° *La loi de l'offre et de la demande.* — Cette loi bien connue, cette loi qui domine tous les marchés et sur laquelle il serait oiseux de s'appesantir, a établi qu'un excédent d'offres provoquait la baisse, tandis qu'un excédent de demandes poussait à la hausse.

Chacun, dans tous les domaines, a pu vérifier l'exactitude de cette loi. Sur le marché aux légumes, dans la location des immeubles, à la prise en charge des taxis-autos aux jours de courses, qui n'a pas remarqué que l'insuffisance des denrées, d'appartements ou de voitures, par rapport aux demandes, provoquait immédiatement une hausse qui allait parfois jusqu'à doubler ou tripler le prix normal. Des causes diverses produiraient des effets diamétralement opposés.

Comment se fera sentir la loi de l'offre et de la demande en matière de monnaies?

Sur une place, Paris, par exemple, le cours de la lire ou, comme on a coutume de le dire, la lire, tout court, baissera, si elle est plus offerte que demandée ; elle montera, si elle est plus demandée qu'elle n'est offerte.

Reprenons maintenant notre exemple : Le « Nouveau Marché » a vendu à son banquier pour 10.000 francs la lettre de change de 10.000 lire, qui doit être finalement payée par le « Grand Bazar » de Rome. Le même jour, des quantités de maisons parisiennes, comme le « Nouveau Marché », sont allées trouver leur banquier et leur ont vendu des écrits du même genre correspondant à des envois de marchandises en Italie. A une heure déterminée, tous ces banquiers se réunissent à un endroit choisi par eux et qui s'appelle : *La Bourse*. C'est là qu'ils vont chercher à revendre les lettres de change qu'ils ont achetées à leurs clients.

Quand le banquier détenteur de la lettre de change du « Nouveau Marché » criera dans les salles de la Bourse : « J'ai 10.000 lire à vendre », qui se présentera pour les acheter? Un autre banquier. — Et voici à la suite de quelles opérations : en même temps que le « Nouveau Marché » a expédié des marchandises en Italie, parce que les modes françaises, la parfumerie française sont appréciées au delà des Alpes, le restaurant parisien « Maillard » a fait venir de la maison « Fogazzaro » de Rome, grosse fabrique de produits alimentaires, pour 10.000 lire de macaroni, vermout et autres denrées recherchées par les Français.

M. Maillard est allé trouver, sans tarder, son banquier habituel et lui a dit :

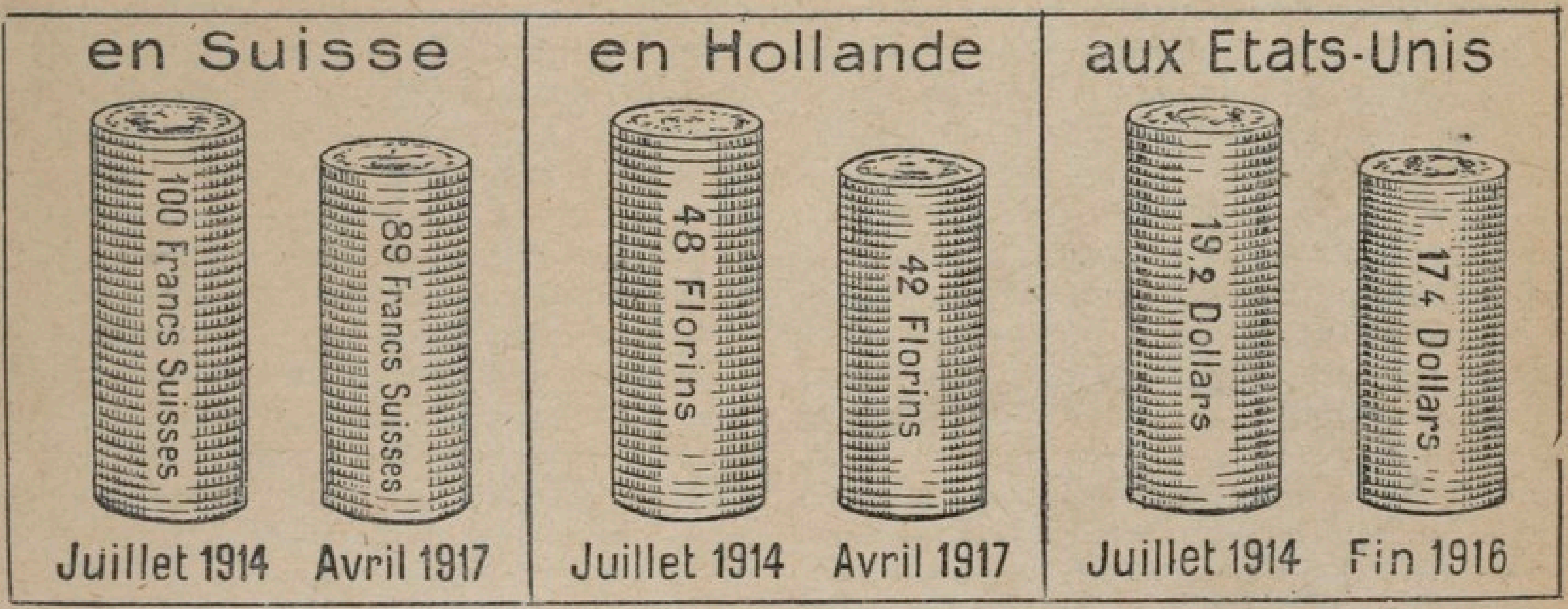
« Je dois 10.000 lire à la Maison Fogazzaro de Rome, qui m'a livré des marchandises. Pourriez-vous me les procurer ? Pourriez-vous me vendre 10.000 lire de papier que j'enverrais en paiement à mon fournisseur ? »

Le banquier pourra délivrer à Maillard un chèque sur une banque italienne, mais il pourra également lui répondre :

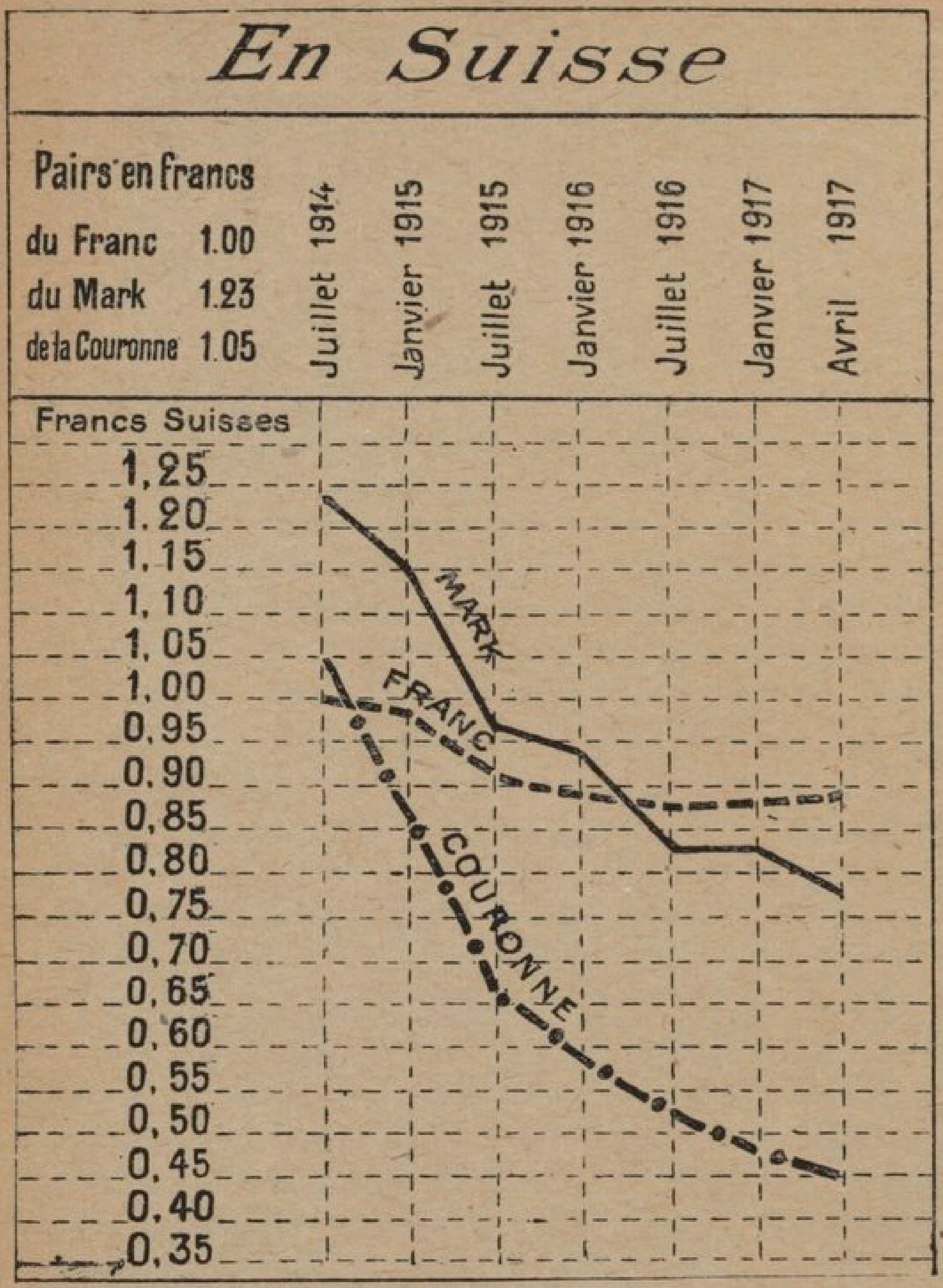
« J'irai tout à l'heure à la Bourse et je tâcherai de vous les procurer. »

Lorsqu'à la Bourse, le banquier du « Nouveau Marché » annoncera : « J'ai 10.000 lire à vendre », le banquier de Maillard se présentera aussitôt et dira : « Je les achète. »

Voici donc le banquier de Maillard en possession de la lettre de change signée du « Nouveau Marché ». Il va vendre cette lettre de change à Maillard qui, par la poste, l'enverra à la Maison Fogazzaro. Celle-ci se présentera au « Grand Bazar » de Rome



ON PEUT JUGER CI-DESSUS DE L'EXCELLENTE TENUE DES 100 FRANCS FRANÇAIS DEPUIS LA GUERRE PAR RAPPORT A LA MÊME SOMME REPRÉSENTÉE EN ARGENT ALLEMAND (MARK) OU EN ARGENT AUTRICHIEN (COURONNE)



GRAPHIQUE DES COURS DU CHANGE EN SUISSE

et s'y fera payer la somme de 10.000 lire contre remise de la lettre de change.

De cette façon, sans qu'il ait été envoyé un centime en numéraire, d'un pays à l'autre, le « Grand Bazar » de Rome aura payé le « Nouveau Marché » et Maillard aura réglé sa facture à la Maison Fogazzaro.

Tel est le schéma réduit à sa plus extrême simplicité des modes de paiements commerciaux de pays à pays ; ces modes de paiement sont très pratiques, ils tendent le plus possible à éviter l'envoi de numéraire, mais toutes les négociations ne pourront pas être soldées par ce système dit de « compensation ».

Comme nous l'avons dit, il n'y a pas que le « Nouveau Marché » qui expédie en Italie et la Maison Fogazzaro n'est pas la seule qui fasse des envois en France. Il peut se faire que le nombre des maisons françaises ayant exporté en Italie soit très supérieur à celui des maisons italiennes ayant exporté en France ; en termes plus exacts, il est possible que la France ait exporté pour une plus grande valeur totale que l'Italie ; autrement dit : il peut se faire que la France soit créditrice par rapport à l'Italie, ou inversement. Que va-t-il se passer ?

Première hypothèse : la France est créditrice par rapport à l'Italie.

La France a exporté en Italie plus qu'elle n'a importé de ce pays. Qu'en résulte-t-il ?

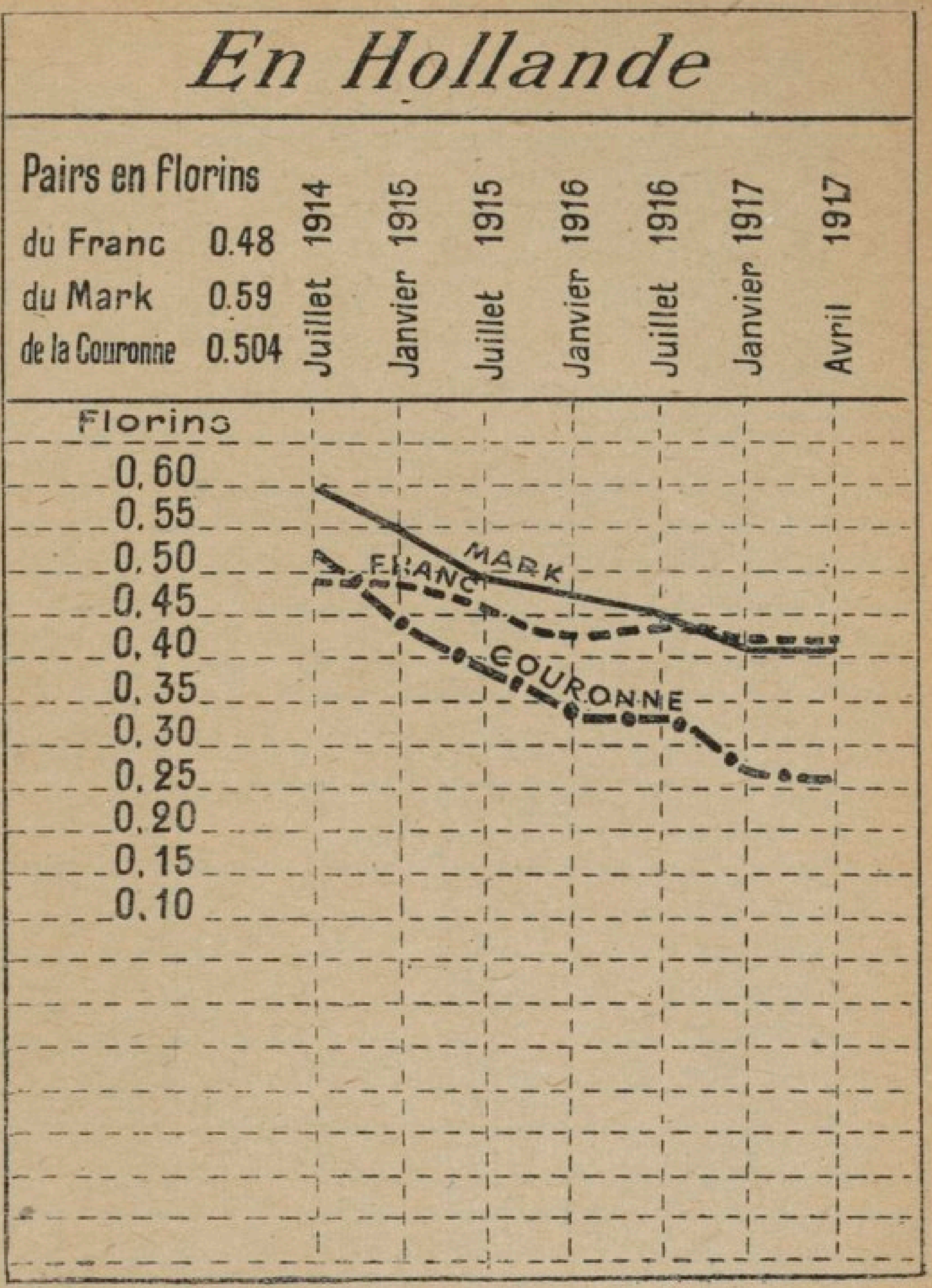
Lorsque le banquier du « Nouveau Marché » offrira sa lettre de change de 10.000 lire, il se trouvera en concurrence avec un grand nombre de confrères qui feront la même proposition pour le compte de leurs clients. Il y aura beaucoup de banquiers vendeurs de lire. Les banquiers de la maison Maillard et des maisons qui ont importé d'Italie seront plus rares : il y aura peu de banquiers acheteurs de lire ; les offres seront supérieures aux demandes. La lettre de change de 10.000 lire ne sera peut-être, par application de la loi précédemment énoncée, vendue que 9.995 francs. Toutes les lettres de change en lire subiront un sort analogue. La lire sera en baisse sur le marché de Paris.

Deuxième hypothèse : la France est débitrice par rapport à l'Italie.

La France a exporté en Italie moins qu'elle n'a importé de ce pays. Le résultat inverse se produira : Quand le banquier du « Nouveau Marché » avec tous les banquiers des maisons exportatrices, annonceront : « J'ai des lire à vendre », ils verront surgir devant eux une foule de preneurs, les banquiers de tous ceux qui ont importé en France et qui ont besoin de lire, pour solder leurs achats en Italie. Il n'y a pas sur le marché assez de lire à vendre pour le nombre d'acheteurs qui en auraient besoin. Les demandes excèdent les offres : la lire monte sur le marché de Paris.

Revenons à notre première hypothèse. Les offres excèdent les demandes et la lire baisse. Le banquier du « Nouveau Marché » qui n'a vendu que 9.995 francs une lettre de change qu'il a payée 10.000 francs, perd 5 francs. Ce n'est pas à lui qu'il revient de supporter cette différence ; c'est à l'acheteur de marchandises, au « Grand Bazar » de Rome, par conséquent.

Et, en effet, le banquier du « Nouveau Marché » dira textuellement à son client :



GRAPHIQUE DES COURS DU CHANGE EN HOLLANDE

« Je vous ai envoyé pour 10.000 francs de marchandises. Je n'ai récupéré que 9.995 francs ; je ne suis pas responsable de la baisse de votre monnaie ; vous me devez donc 5 francs. »

En réalité, le « Nouveau Marché » tirera une lettre de change en lire, correspondant à la somme de 10.000 francs, qui lui est due, une lettre de change d'environ 10.005 lire, et la perte sera subie par le « Grand Bazar » de Rome qui, pour obtenir la valeur de 10.000 francs de marchandises devra débourser exactement 10.005 lire.

Au premier abord, il semblerait que le « Grand Bazar » dût répondre : « Puisque je perds 5 francs sur un mode de paiement en lire-papier, je vais vous envoyer 10.000 lire en or et je n'y perdrai rien. » Mais si les frais d'envoi, d'assurance et autres entraînés par l'expédition d'un colis contenant 10.000 lire d'or s'élèvent, par exemple, à 9 lire le « Grand Bazar » préférera subir la moindre perte : celle de 5 francs provenant de la baisse de la lire, au lieu de celle de 9 lire que nécessiterait l'expédition d'un colis d'or à Paris.

Dans la deuxième hypothèse, les demandes excèdent les offres et la lire monte, voici ce qui se produit :

La lettre de change de 10.000 lire est vendue, par exemple, 10.005 francs. Qui devra bénéficier de cette prime de 5 francs? Encore le « Grand Bazar » de Rome. Celui-ci dira au « Nouveau Marché » : « Je vous dois 10.000 francs, pas un centime de plus ; il se trouve que l'appréciation de la monnaie de mon pays vous a fait encaisser 10.005 francs. Vous me devez ces 5 francs de bénéfice ou leur équivalent en marchandises. »

Là encore, en réalité, le « Nouveau Marché » tirera une lettre de change de 10.000 francs qui lui sont dus par son client italien, soit une lettre de change d'environ 9.995 lire et le bénéfice sera pour le « Grand Bazar » de Rome qui se sera procuré la valeur de 10.000 francs en marchandises, en ne déboursant que 9.995 lire.

On voit, par cet exemple, l'intérêt que peut présenter pour un pays la hausse ou la baisse de sa monnaie nationale. Sur ses achats à l'étranger, la hausse lui procure un bénéfice, tandis que la baisse occasionne pour lui une perte parfois assez sensible.

Si la baisse est excessive, elle peut entraîner une sortie d'or. En effet, nous avons vu que le « Nouveau Marché » n'ayant encaissé, par suite de la baisse de la lire que 9.995 francs pour 10.000 francs qui lui étaient dus, avait réclamé 5 francs au « Grand Bazar ». Les frais d'envoi de 10.000 lire d'or de Rome à Paris étant de 9 lire, le « Grand Bazar » avait choisi la moindre perte, la perte au change qui n'était que de 5 francs. Mais si la lettre de change de 10.000 lire ne s'était vendue que 9.980 francs, c'est-à-dire avec 20 francs de perte, le « Grand Bazar » aurait évidemment choisi la solution consistant à faire un envoi d'or, solution qui ne lui aurait coûté que 9 lire, au lieu de 20 francs

Tous les acheteurs italiens auraient raisonné de la même manière et cela aurait déterminé la fuite de l'or vers l'étranger.

Quand le cours de la monnaie d'un pays a baissé sur les places étrangères au point de

devenir une menace pour la réserve d'or du pays, les gouvernants doivent employer toutes leurs forces à endiguer cette sortie.

L'exposé de tous les moyens utilisables pour arrêter la sortie de l'or d'un pays nous entraînerait au delà des limites que doit se fixer une étude de ce genre. Bornons-nous à en citer au passage les principaux : élévation du taux de l'escompte ; ouverture de crédit à l'étranger; augmentation des exportations ; limitation des importations.

Dans la période que nous traversons, la France, qui est obligée d'acheter beaucoup à l'étranger, voit le franc baisser sur presque toutes les places du monde. Elle a remédié à cette baisse, dans une certaine mesure, à New-York, par les ouvertures de crédit qu'elle a pu obtenir des banquiers américains, ce qui revient à dire que les banquiers américains ont, jusqu'à concurrence d'une certaine somme, faisant l'objet de la convention, payé les commandes de la France. Le montant de ces crédits devra évidemment être remboursé un jour.

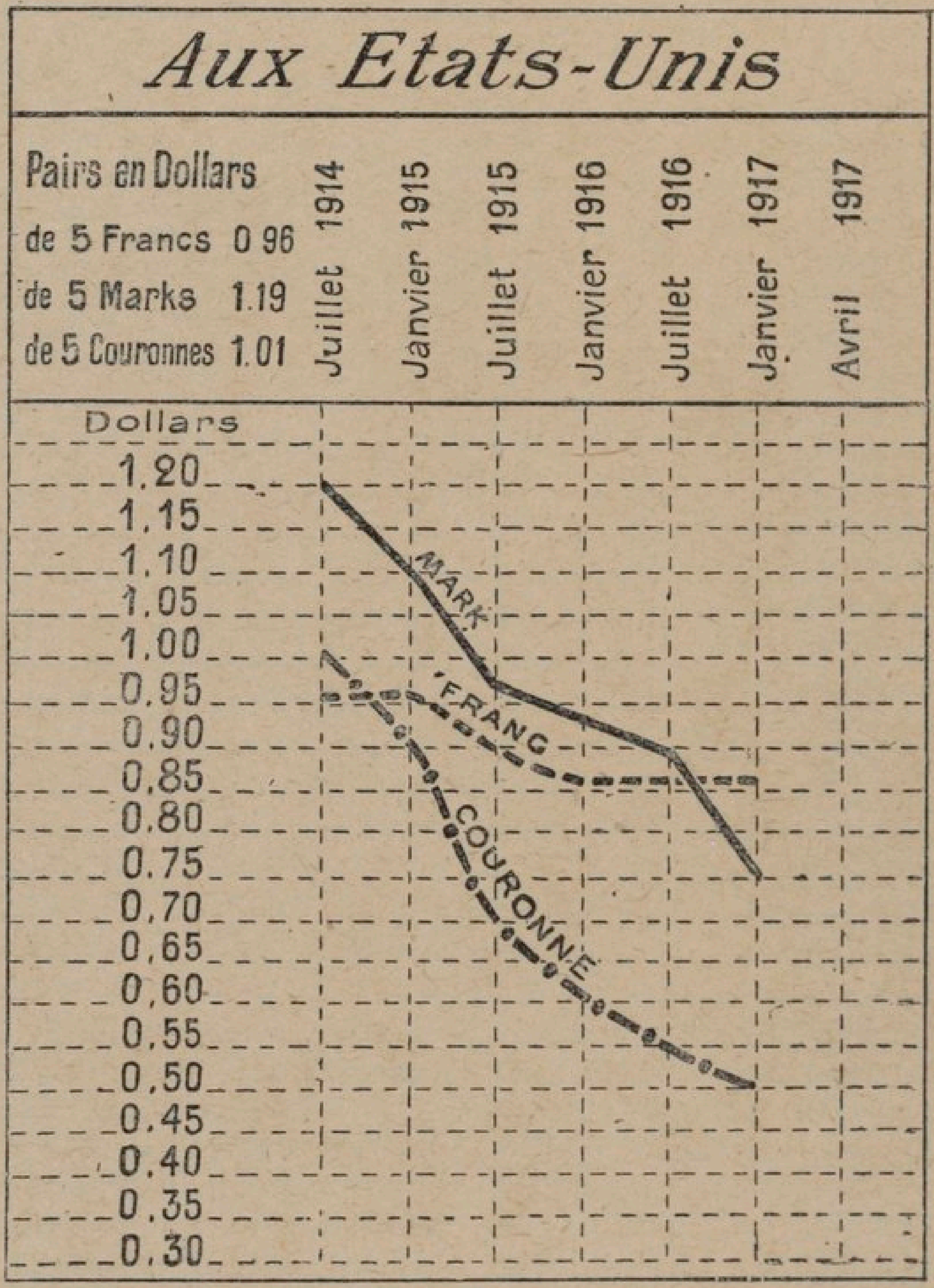
La France a cherché à utiliser aussi les revenus qui lui étaient dus par les placements de ses nationaux avant la guerre, en chemins de fer américains et autres entreprises d'outre-mer. C'était autant d'or en moins à envoyer là-bas ; mais quand les crédits ouverts et les revenus des placements ont été épuisés, il a fallu envoyer de l'or. Le stock de métal jaune a été entamé ; on ne peut pas, sans gros dangers, donner jusqu'à la dernière pièce d'or de son stock.

A un certain moment, il a fallu tirer de l'or de la terre de France ; c'est ce à quoi s'est appliqué et s'applique encore le gouvernement, quand il supplie les capitalistes et les rentiers de ne rien laisser sommeiller dans leurs coffres et au fond de leur bas de laine.

Malgré toutes ces difficultés, le crédit de la France reste absolument intact.

La France est, actuellement, débitrice sur presque toutes les places étrangères. Il est normal que le franc baisse à l'étranger. L'Allemagne qui, par suite du blocus, n'a pas importé — et de bien loin — dans les mêmes proportions que la France, l'Allemagne qui, par conséquent, est d'une façon générale débitrice pour un moins fort montant que la France, ne devrait pas théoriquement voir sa monnaie, le mark, baisser dans les mêmes proportions que le franc. C'est cependant le contraire qu'il nous est donné de constater. Le franc résiste mieux à la baisse que le mark ; c'est parce que, comme nous l'avons dit, la loi de l'offre et de la demande n'est pas la seule cause agissante. Le facteur *confiance* joue, d'autant plus que nous sommes en temps de crise, le rôle prédominant dont nous avons fait connaître la nature. Le monde entier proclame chaque jour, sur son bulletin de la Bourse, les chances qu'il place sur nos couleurs. La sincérité de son pari ne saurait être suspectée, car il y engage ses gros sous, et il faut dire aussi qu'en matière financière l'intérêt prime le sentiment.

Ch. de Longchamp.



GRAPHIQUE DES COURS DU CHANGE AUX ÉTATS-UNIS

L'UTILISATION A LA MER DU SEXTANT ET DE L'OCTANT A GYROSCOPE

Par Alfred POIDLOUË

ANCIEN COMMANDANT DE « LA DÉMOCRATIE »

Pour la mesure des angles ou des hauteurs d'astres, on se sert à la mer d'instruments d'une remarquable précision appelés sextants, qui permettent d'apprécier des angles de 120° à 130°.

Qu'est-ce qu'un sextant ?

Le sextant (fig. 1) est essentiellement constitué par une armature métallique dont les deux côtés forment un angle d'environ 70° ; nous verrons plus loin pour quelle raison avec ces 70° on peut en mesurer 130.

Les deux côtés ou branches sont réunis dans un même plan par un arc de cercle appelé limbe, gradué en degrés, minutes et secondes ; une alidade mobile, dont l'axe est au sommet de l'angle formé par les deux côtés et qui, à sa partie inférieure, est munie d'un index de lecture, porte un grand miroir placé perpendiculairement à son plan.

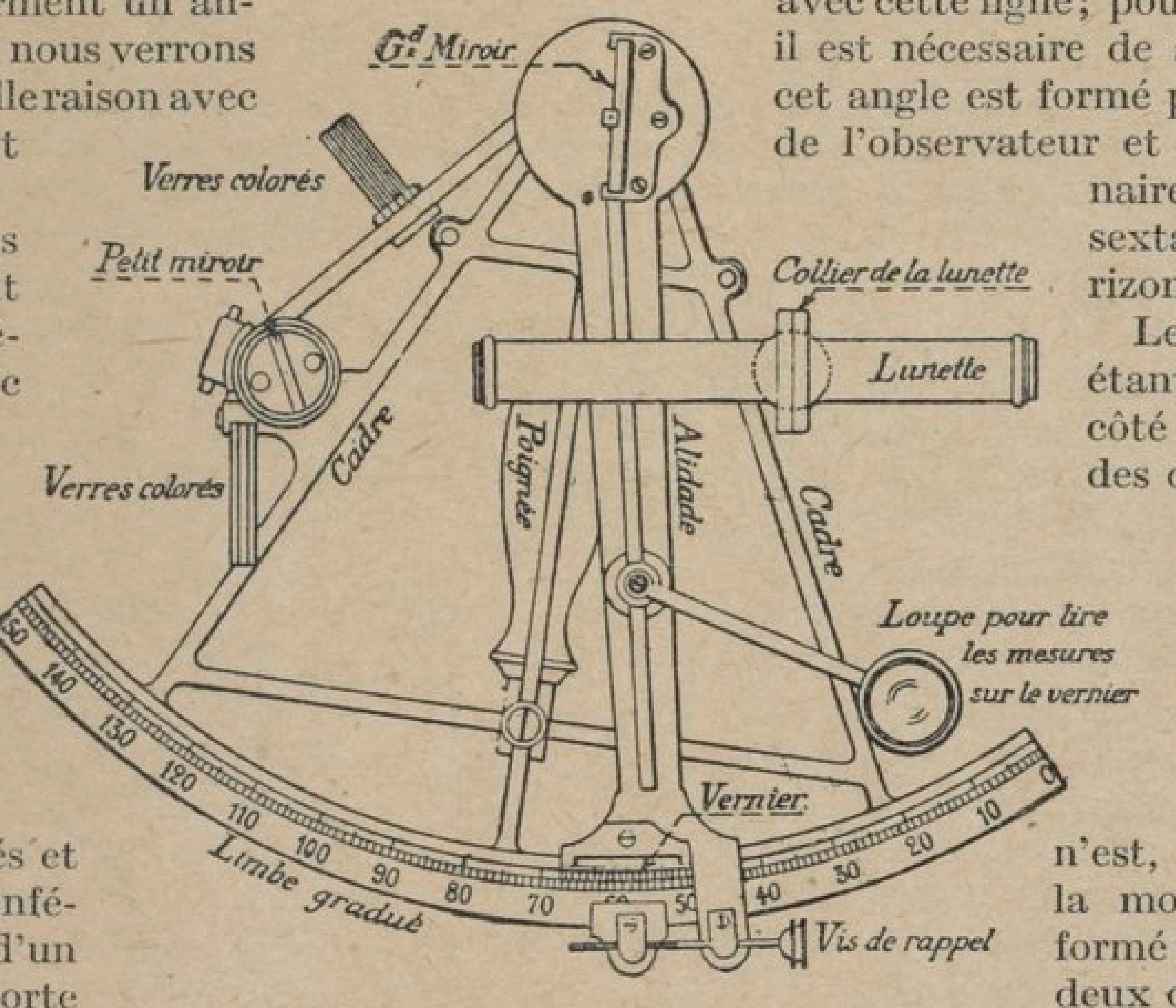


Fig. 1. — TRACÉ SCHÉMATIQUE D'UN SEXTANT

Sur le côté gauche se trouve un petit miroir perpendiculaire également au plan du limbe, parallèle au côté droit, et dont la moitié inférieure seule est étamée, la moitié supérieure étant transparente.

Sur le côté droit est fixée une lunette dont l'axe optique est dirigé d'une façon invariable vers le petit miroir, mais pouvant, à l'aide d'une vis, se déplacer verticalement.

On conçoit qu'en plaçant le plan du limbe dans le plan formé par l'œil et deux objets et en faisant manœuvrer l'alidade, et par suite le grand miroir, on puisse amener un objet vu directement par la lunette dans la partie non étamée du petit miroir à coïncider avec l'image réfléchie du l'autre objet, ce qui permet de déterminer l'angle formé par l'œil de l'observateur et les deux objets ; cet angle se lit sur la graduation du limbe.

Nous allons souvent parler de prendre la hauteur d'un astre au-dessus de la ligne d'horizon, c'est-à-dire l'angle que fait l'astre avec cette ligne ; pour fixer les idées, il est nécessaire de se rappeler que cet angle est formé par l'astre, l'œil de l'observateur et le point imaginaire où le plan du sextant coupe l'horizon (figure 2).

Le petit miroir étant parallèle au côté droit, l'angle des deux miroirs est égal à l'angle *AOC*, qu'on peut lire sur la graduation du limbe, mais l'angle de ces deux miroirs n'est, en réalité, que la moitié de l'angle formé par l'œil et les deux objets (fig. 3).

Supposons les deux miroirs parallèles et occupant la position *dd ;* lorsque la lunette *DE* sera dirigée vers un objet très éloigné, par exemple un astre *R*, on verra *R* directement dans la partie non étamée et son image réfléchie donnée par les rayons lumineux *RB* doublement réfléchis sur les miroirs *B* et *C ;* ces deux images se confondront dans la lunette. Pour la clarté de la figure, on a représenté le rayon direct *CDE*, parallèle à *RB*, alors qu'il devrait être dirigé sur *R* ce qui n'a aucune importance parce que la distance *CB* est si petite, par rapport à la distance de l'astre, que l'angle *EDCRB* est infinitésimal et l'erreur inappréciable.

Si, maintenant, nous faisons mouvoir l'alidade et, par suite, le grand miroir jusqu'à ce qu'il occupe la position *d'd'*, on voit l'image directe et l'image réfléchie de *R* se séparer : l'image directe reste immobile, l'image réfléchie s'en écarte et est remplacée, par exemple, par l'image réfléchie d'un autre objet *S*, qui vient coïncider avec l'image directe. Or, le grand miroir a tourné d'un angle *eBe'*, la perpendiculaire *BN* à ce miroir a tourné également d'un angle *NBN'* et est venue en *BN'* ; l'angle de réflexion primitif *NBC* s'est donc augmenté d'un angle égal à *eBe'*, et comme l'angle d'incidence est toujours très exactement égal à l'angle de réflexion, l'angle d'incidence primitif *NBC* a donc également augmenté de *eBe'*.

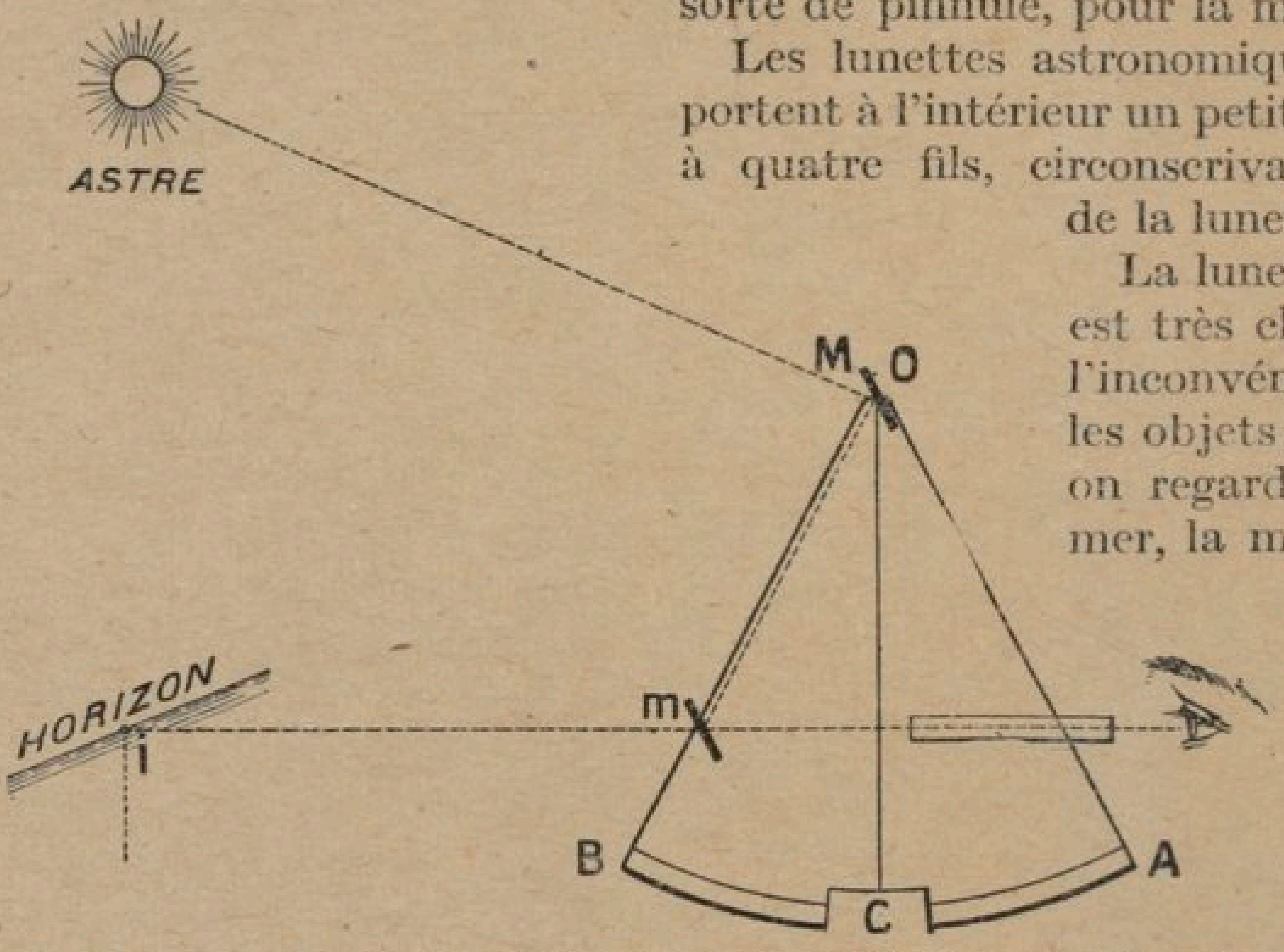


Fig. 2. — *Le petit miroir* m, *dans sa partie non étamée, permet de voir l'horizon, qui est rencontré, au point imaginaire* I, *par le plan du sextant. Comme* m *est parallèle à* OA, *l'angle* OC *est égal à l'angle des deux miroirs* m *et* M.

Donc, la somme de ces deux angles *RBC* s'est accrue mécaniquement d'une quantité *SBR* égale à deux fois *eBe'*.

Ainsi, l'on voit que si l'image doublement réfléchie du point *S* coïncide avec l'image directe de *R*, les directions des rayons lumineux *RB* et *SB* qui viennent de ces deux points, font un angle double de l'angle *eBe'*, c'est-à-dire de l'angle dont on a fait tourner le grand miroir pour l'amener de la position *dd*, à la position *d'd'* où cette coïncidence recherchée s'est produite.

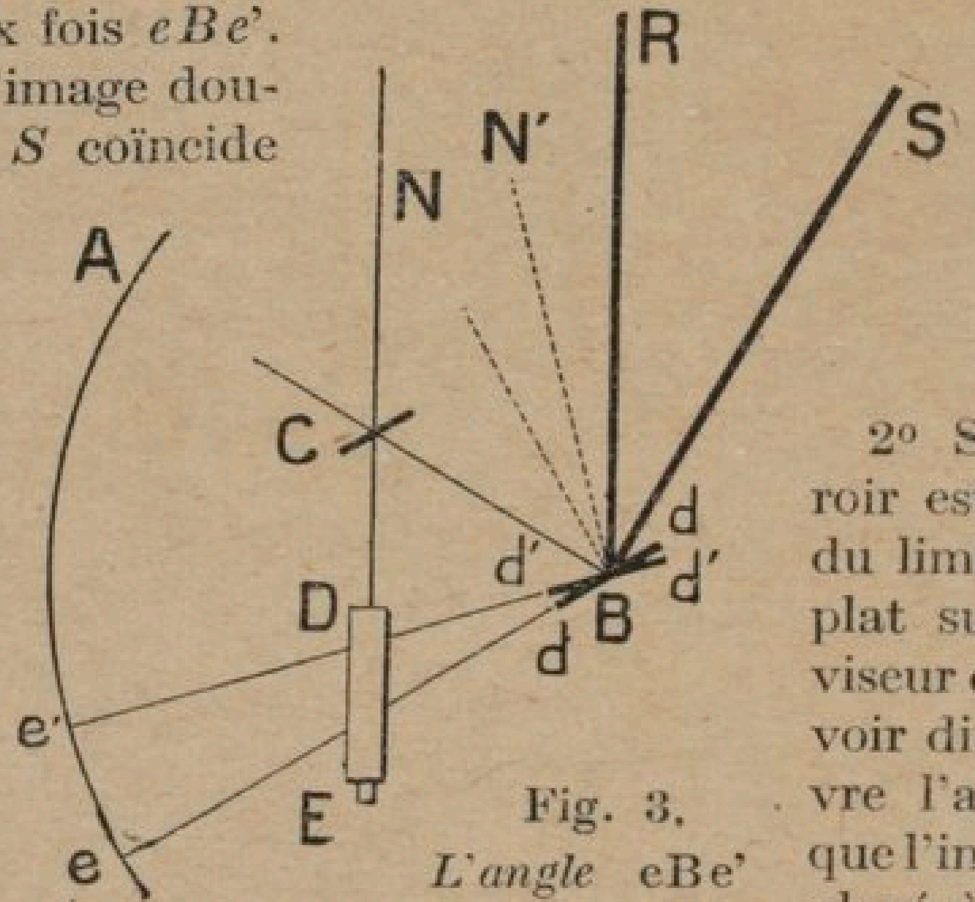


Fig. 3. *L'angle* eBe' *des deux miroirs n'est que la moitié de l'angle des deux objets* SBR.

Pour éviter de multiplier par 2 le nombre de degrés, minutes et secondes du limbe, on fait les divisions deux fois plus petites qu'elles ne devraient l'être d'après la grandeur de l'arc du limbe, ce qui permet de comprendre très aisément pourquoi avec un sextant de 70° d'ouverture, on peut mesurer des angles de 130 à 140°.

Chaque sextant est muni d'un anneau qui peut recevoir une lunette astronomique pour les observations de jour, une lunette ordinaire à grand champ pour les observations d'étoiles et un tube dépourvu de verre, sorte de pinnule, pour la mesure des angles.

Les lunettes astronomiques et ordinaires portent à l'intérieur un petit anneau, réticule à quatre fils, circonscrivant l'axe optique de la lunette (fig. 4).

La lunette astronomique est très claire, mais elle a l'inconvénient de renverser les objets; si, par exemple, on regarde l'horizon de la mer, la masse liquide sera au-dessus de l'horizon dans la lunette au lieu d'être au-dessous (fig. 5).

Quand on va acheter un sextant ou qu'on va utiliser un nouvel instrument, il est indispensable de procéder minutieusement à sa vérification, qui comporte les opérations suivantes :

1° Vérifier si la lunette est bien parallèle au plan du limbe : on place deux viseurs aux extrémités du limbe, on vise par leurs bords supérieurs une arête de toit, par exemple, on regarde alors l'arête avec la lunette astronomique et on doit la voir juste au milieu des fils horizontaux du réticule (figure 6 à la page 137);

2° S'assurer que le grand miroir est perpendiculaire au plan du limbe : on met le sextant à plat sur une table, on place le viseur de gauche *V* de façon à le voir directement, et on manœuvre l'alidade de manière à ce que l'image réfléchie du viseur *V'*, placé à droite, vienne se placer à côté de l'image directe. Si le grand miroir est perpendiculaire au plan du limbe, les deux bords horizontaux supérieurs des viseurs doivent se continuer, sinon on manœuvre les vis du grand miroir pour obtenir ce résultat (fig. 7);

3° Vérifier si le petit miroir est perpendiculaire au plan du limbe : le grand miroir ayant été rectifié, on vise l'horizon de la mer

en plaçant l'index de lecture de l'alidade au zéro de la graduation dont, théoriquement, la place est déterminée par le parallélisme des deux miroirs. On manœuvre alors lentement l'alidade de façon à faire coïncider l'image directe et l'image réfléchie, puis on fait osciller le sextant de droite à gauche et inversement.

Si les miroirs sont bien parallèles, les deux images doivent rester confondues; si elles se séparent, on rectifie la position du petit miroir à l'aide de ses vis.

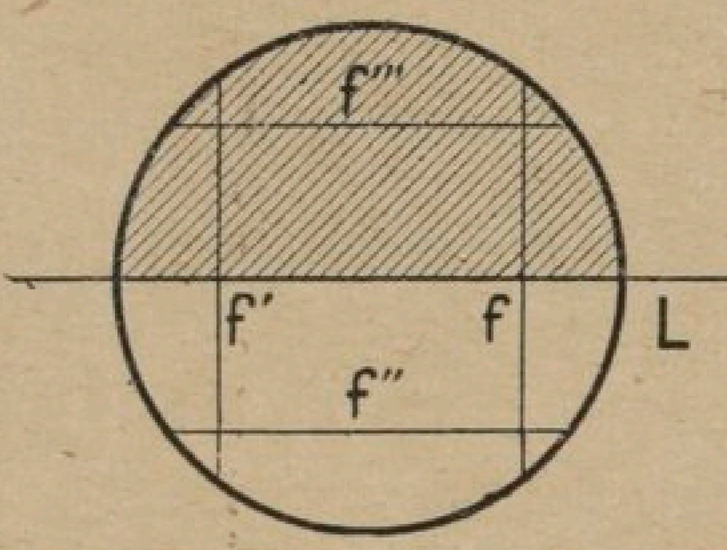


Fig. 4. — L, *ligne d'horizon;* f, f', f'', f''', *fils du réticule.*

Le parallélisme des deux miroirs obtenu, il arrive presque toujours que l'index de lecture de l'alidade ne tombe pas exactement sur le zéro de la graduation, il est un peu à droite ou à gauche d'une petite quantité qu'on appelle l'erreur instrumentale, qu'on mesure, comme nous le verrons plus loin. Le limbe est gradué en degrés, minutes et secondes, mais pour évaluer les fractions de ses divisions, il porte, en plus, un vernier : les divisions étant si petites qu'il est impossible d'en estimer les fractions, même avec la loupe que porte l'instrument.

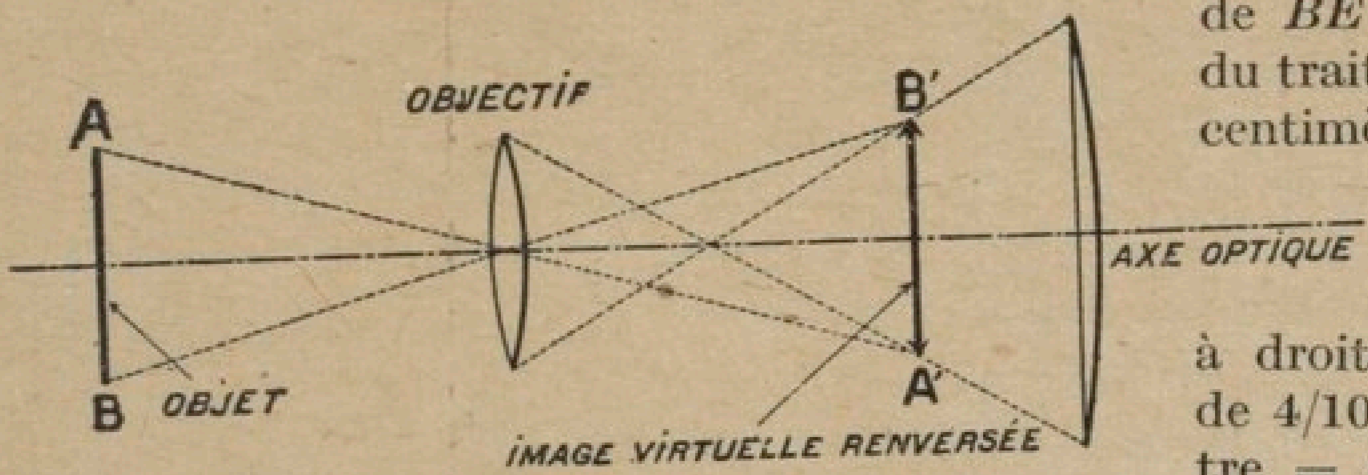


Fig. 5. — PRINCIPE DE LA LUNETTE ASTRONOMIQUE.

La lunette astronomique se borne à faire une image renversée très près de l'observateur, qui regarde ladite image avec une loupe.

Le principe du vernier est le suivant : supposons d'abord qu'il s'agisse de mesurer la longueur d'une droite *AB* (fig. 8). On commence par disposer le long de cette ligne une règle *CD* divisée en centimètres, en ayant soin que l'une des extrémités de la ligne à mesurer soit exactement en face d'un des traits de division de la règle. Cela fait, on trouve facilement le nombre de centimètres contenus dans *AB;* ici, il y en a 8, avec un reste *aB* plus petit qu'un centimètre. Pour avoir la longueur de ce reste *aB* en fraction de centimètres on a recours au procédé classique suivant :

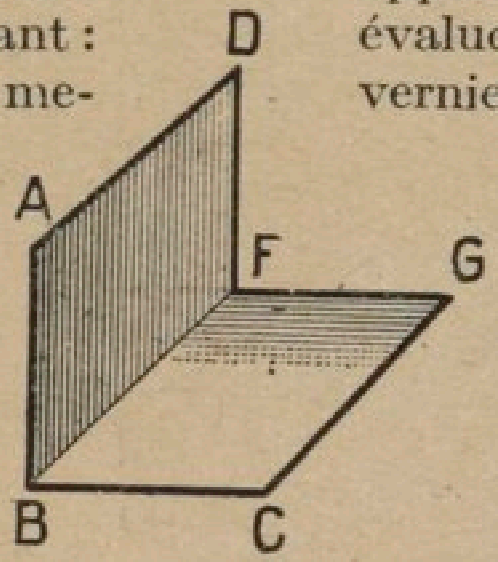


Fig. 6. — VISEUR SERVANT A VÉRIFIER LA PERPENDICULARITÉ DES MIROIRS

ABDF *est égal à* BCFG, AB *est perpendiculaire à* BC.

On place à la suite de la ligne *AB* une seconde règle *BE* dont la longueur est de 9 centimètres, (0 m. 09) et qui est divisée en dix parties égales ; on cherche parmi les traits de division de cette seconde règle celui qui se trouve exactement en face d'un des traits de la règle *CD;* le numéro qui porte ce trait de la seconde règle indique le nombre de dixièmes de centimètres, c'est-à-dire de millimètres contenus dans le reste *aB* qu'il s'agissait de mesurer. Ici on trouve que ce reste est égal à 0 m. 004, puisque c'est le quatrième trait de la règle *BE* qui se trouve en coïncidence avec un des traits de la règle *BD.*

Et, en effet, le troisième trait de *BE* est à droite du petit trait *C* de 1/10e de centimètre ; le deuxième trait de *BE* est à droite du trait *d* de 2/10e de centimètre, le premier trait de *BE* est à droite du trait *e* de 3/10e de centimètre, et enfin l'extrémité *B* de la règle *BE* est à droite du trait *f* de 4/10e de centimètre = 0 m. 004 ce qui donne la longueur de la petite ligne *aB*. On comprend facilement que le principe des verniers puisse s'appliquer exactement à la mesure des arcs de cercle.

De ce qui précède, on tire la règle suivante applicable au vernier du sextant : « Pour évaluer l'approximation que permet un vernier, il suffit tout simplement de diviser la grandeur de la plus petite division du limbe par le nombre de divisions du vernier. »

Dans l'exemple de la ligne droite à mesurer, la plus petite division de la règle était de 0 m. 01; le vernier étant divisé en dix parts, il permettait très facilement d'évaluer à 1/10e de centimètre, c'est-à-dire à 0 m. 001 près.

La graduation la plus courante des limbes est la suivante : de grands traits indiquent les degrés de 5 en 5, chaque degré entre ces grands traits étant marqué par un trait plus petit; entre deux degrés consécutifs, il y a six divisions visiblement tracées : la plus petite division est donc de 1/6e de degré ou de 10'.

Le vernier est en général divisé en dix

grandes divisions numérotées 0 à 10, et chacune de ces divisions est fractionnée en six parties égales, soit soixante divisions (fig. 9, au bas de la page).

D'après le principe énoncé, on pourra donc évaluer avec ce vernier la soixantième partie de la plus petite division du limbe du sextant, soit la soixantième partie de 10' = 10''.

Pour lire un angle sur un limbe, on regarde d'abord sur quelle division tombe le zero du vernier ; supposons que ce soit (fig. 9) entre 61°20' et 61°30' ; la coïncidence des divisions a lieu au point *a* à la première division après la grande division 2 du vernier ; on aura donc à ajouter de suite 2'10'' à 61°20' lu sur le limbe.

Pour l'erreur instrumentale, on l'évalue également à l'aide du vernier; si l'index de l'alidade tombe à gauche du zéro du limbe quand on a amené un objet directement en coïncidence avec son image réfléchie, on retranche la correction ; si l'index tombe à droite du zéro on l'ajoute aux angles mesurés. En somme, ces opérations, quand on les explique, paraissent très compliquées, mais elles sont fort simples dans la pratique et se font sans hésitation.

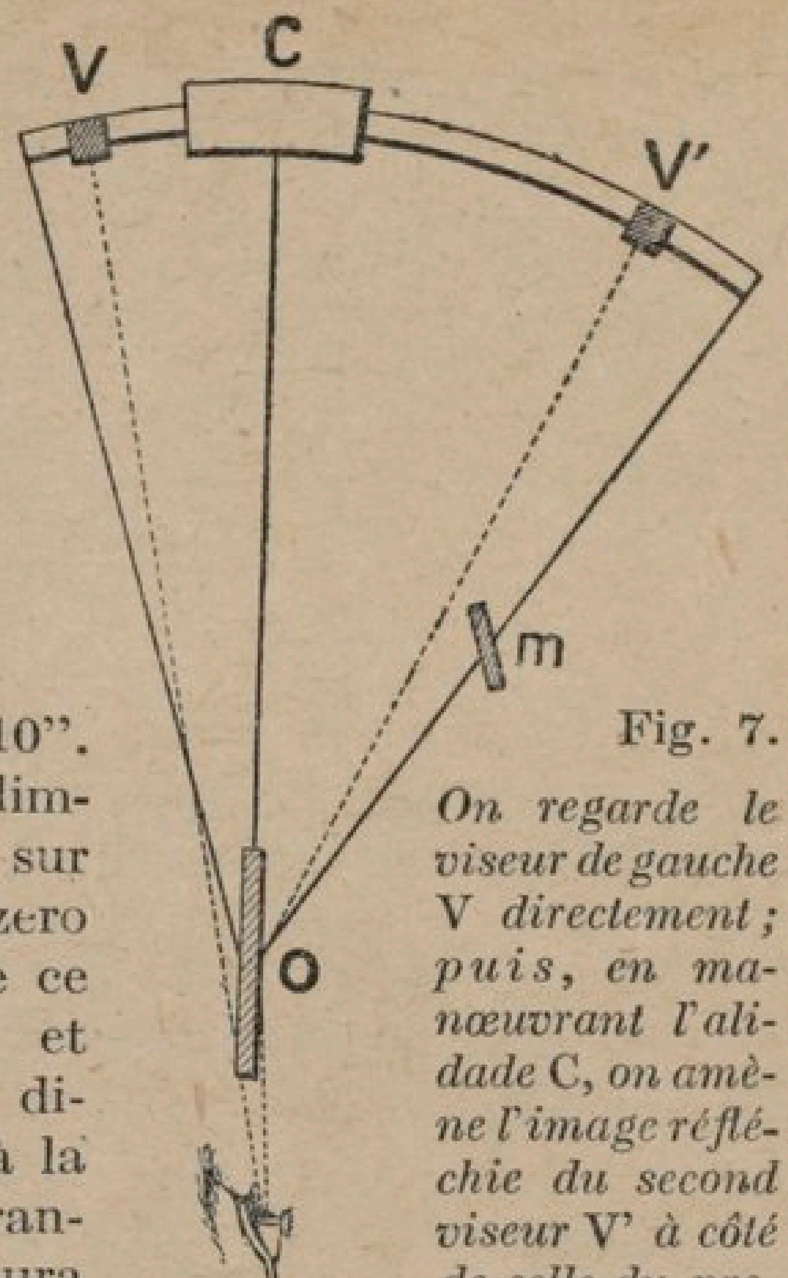


Fig. 7.
On regarde le viseur de gauche V directement; puis, en manœuvrant l'alidade C, on amène l'image réfléchie du second viseur V' à côté de celle du premier. Les bords horizontaux supérieurs doivent se continuer. — O et m, miroirs.

titude l'angle de deux points ou objets marqués sur la carte.

Prendre une hauteur méridienne consiste à mesurer la hauteur du soleil au moment où il passe au méridien du lieu. Le soleil semble se lever à l'horizon à l'est, puis il monte sur l'horizon et atteint sa hauteur maxima à midi vrai dans le lieu ; il redescend ensuite et paraît se coucher à l'ouest (fig. 10, à la page suivante).

Un peu avant le midi vrai du lieu, qui est égal à celui de Paris augmenté ou diminué de la longitude exprimée en temps, suivant que le navire est à l'ouest ou à l'est du méridien de Paris, on se met en observation bien en face du soleil.

On vise l'horizon de la mer et on manœuvre l'alidade de manière à amener le bord inférieur du soleil à tangenter l'horizon dont il se sépare presque de suite ; on l'y ramène en manœuvrant l'alidade avec sa vis de rappel jusqu'au moment, très court, où il semble immobile ; il est alors midi vrai et on lit la hauteur qui va servir à calculer la latitude, après avoir été corrigée pour avoir la hauteur du centre de l'astre, de la valeur du demi diamètre, qui s'ajoute si on a pris le bord inférieur du soleil, ou se retranche si on a observé le bord supérieur de l'astre.

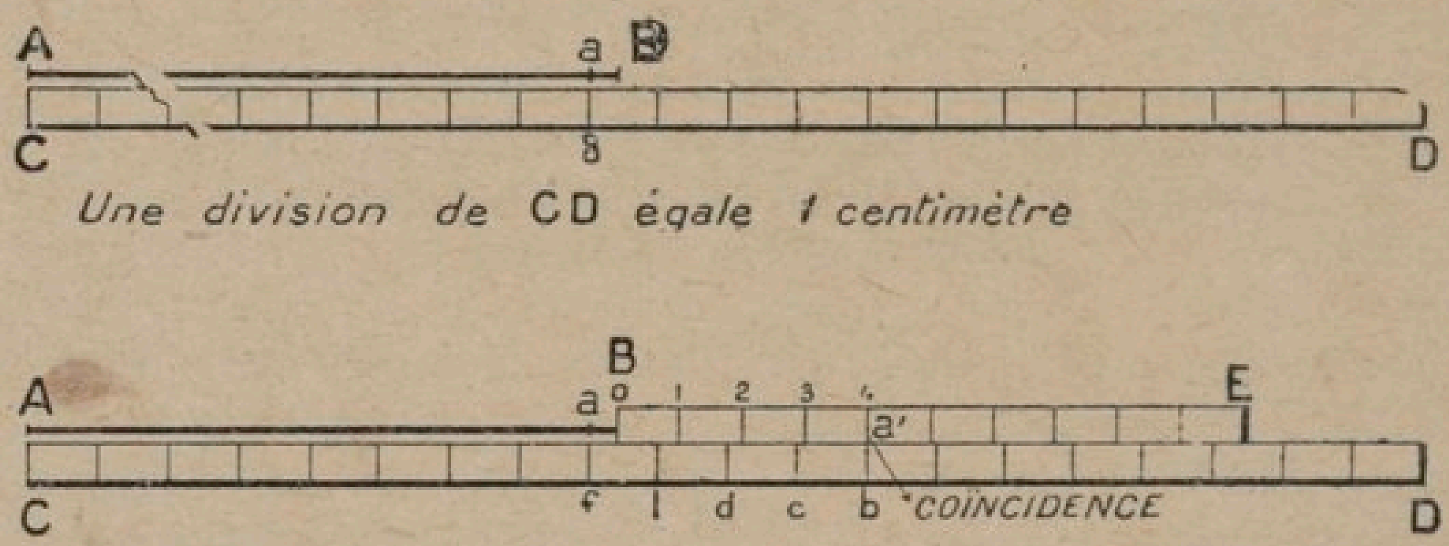


Fig. 8.— AB, *longueur à mesurer égale à 8 centimètres, plus* aB; BE, *règle de longueur égale à 9 centimètres divisée en dix parties;* a', *point de coïncidence des règles* CD *et* BE.

Usage du sextant.

En mer, le sextant est employé :

1° A prendre une hauteur méridienne ;

2° A prendre une hauteur de soleil ;

3° A prendre également une hauteur d'étoile ou de lune ;

4° A mesurer avec une remarquable exac-

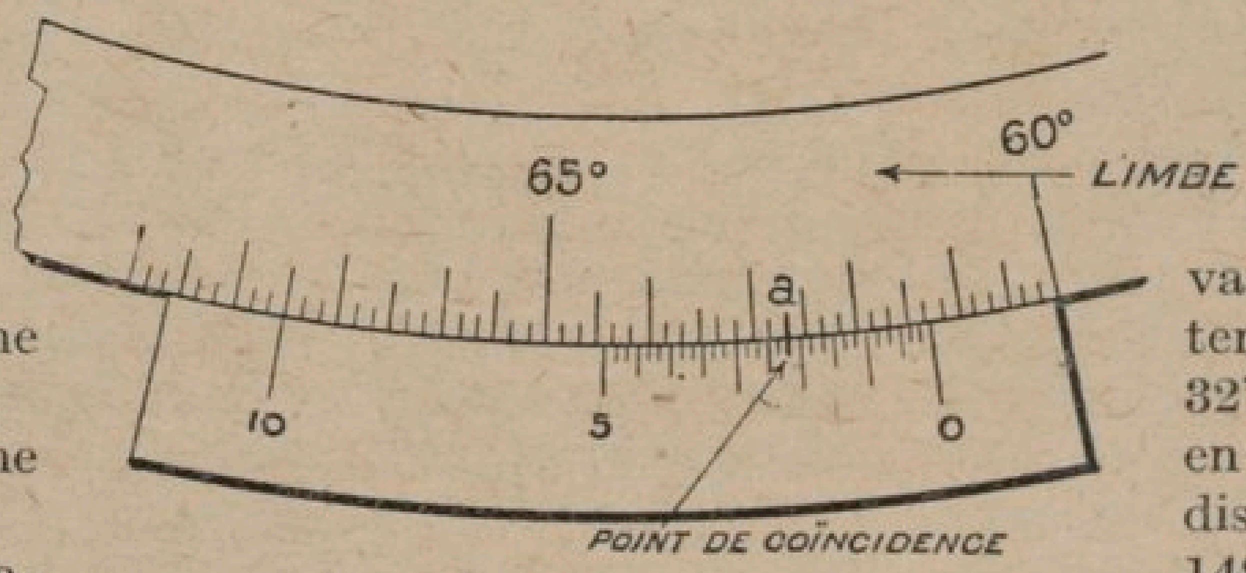


Fig. 9. — LIMBE DU SEXTANT AVEC SON VERNIER
La coïncidence a lieu en a; *l'angle cherché est de 62° 22' 10''.*

Le diamètre du soleil, variable suivant ses distances à la terre, oscille entre 31' et 32', le minimum étant en décembre, où cette distance est environ de 148.000 millions de kilomètres, pour atteindre 152.000 millions de kilomètres en juin.

On corrige également

la hauteur observée, dite hauteur apparente, de la parallaxe, petite erreur résultant du fait que l'on observe de la surface de la terre au lieu d'observer de son centre, et dont la valeur moyenne est de 8", de la dépression qui tient compte du fait que la ligne d'horizon que prend l'observateur n'est pas l'horizon vrai, mais un horizon apparent. La valeur de la dépression augmente avec la hauteur de l'observateur; si l'œil est à 1 mètre de hauteur, elle est de 9'23"; à 6 mètres, de 12'54" ; elle se retranche, dans tous les cas, de la hauteur apparente.

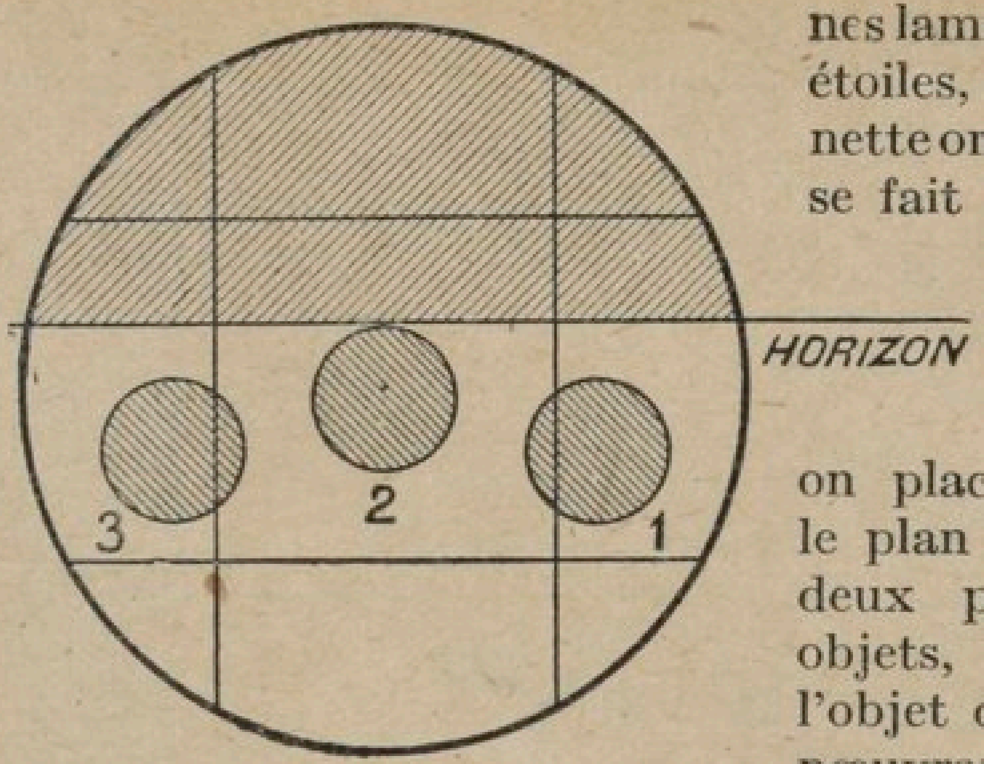


Fig. 10. — DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR MÉRIDIENNE

En 2, après avoir occupé la position 1, le soleil devient immobile pendant un temps très court; il redescend ensuite en 3.

On corrige également de la réfraction, qui fait paraître les astres plus élevés qu'ils ne sont en réalité; très forte quand l'astre est près de l'horizon, elle diminue dès que l'astre monte; à 1°, elle serait de 36', à 30°, elle n'est plus que de 1'43" pour être nulle à 90°.

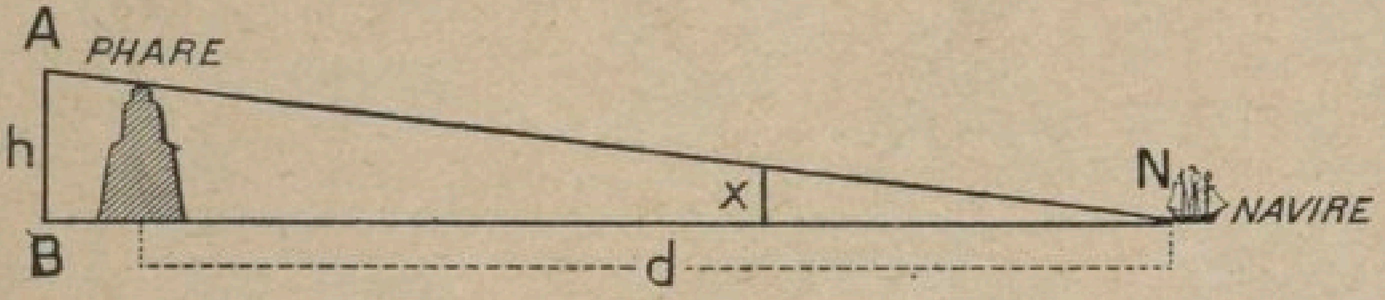


Fig. 11. — DÉTERMINATION DE LA DISTANCE DU NAVIRE A UN PHARE, AU MOYEN DU SEXTANT

On prend au sextant l'angle x *dans le triangle rectangle* ABN; *on connaît* h *et* x, *et, par suite, on a les éléments voulus pour calculer* d.

Prendre une hauteur de soleil à un autre moment que le midi vrai est une opération du même genre, sauf qu'à l'aide d'un compteur, dont on a comparé l'heure à celle d'un chronomètre du bord, on note l'heure de l'observation; on a ainsi l'heure du chronomètre au moment de la prise de la hauteur. A l'aide de cette hauteur corrigée et de cette heure, on arrive à déterminer facilement, par des calculs appropriés, la longitude du navire.

Pour les hauteurs de lune, on procède de la même manière, avec cette différence que quand la lune n'est pas pleine, on fait toucher à l'horizon celle des cornes la mieux formée. Pour les étoiles, on se sert d'une lunette ordinaire, et l'opération se fait tout aussi aisément.

Pour mesurer l'angle de deux points ou de deux objets au sextant, on place l'instrument dans le plan formé par l'œil, les deux points ou les deux objets, on vise directement l'objet de gauche et, en manœuvrant l'alidade, on amène l'objet de droite à venir se confondre avec le premier; on lit alors l'angle avec la loupe et le vernier.

En pleine mer, on se sert du sextant pour prendre des hauteurs et déterminer la position du navire.

En vue de terre, on se sert constamment du sextant pour prendre l'angle de deux points à terre : roches, caps, phares et même bouées ; calculer sa distance à un phare ou à un signal de hauteur connue. Pour cette dernière opération (fig. 11), on relève le phare au compas, ce qui donne la direction sur laquelle on se trouve par rapport à lui; on prend alors l'angle x de la base au sommet et on se sert de la formule du triangle rectangle : d la distance $= h$ hauteur connue $\times$ cotangente x.

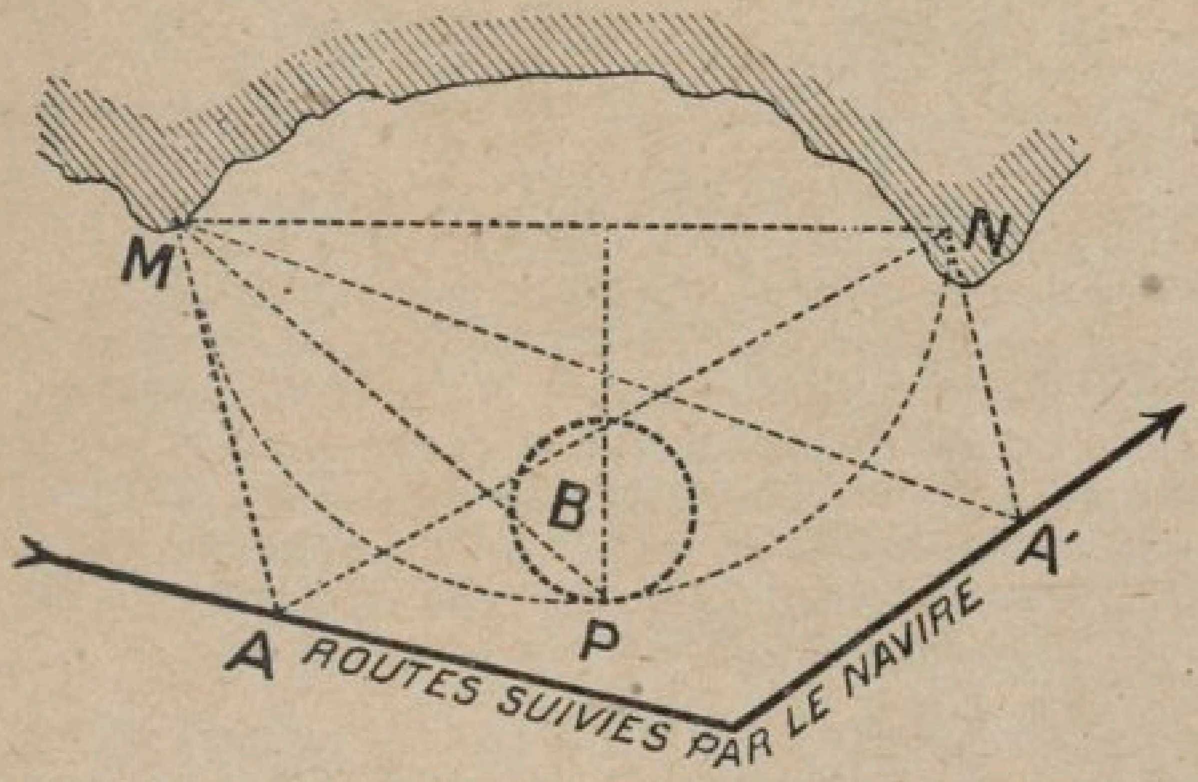


Fig. 12. — POUR PASSER A BONNE DISTANCE D'UN ÉCUEIL

Tant que les angles MAN *et* MA'N, *mesurés au sextant du navire, seront plus petits que l'angle* MPN, *le navire passera en toute sécurité en dehors du petit cercle dangereux* B.

Il y a des tables qui permettent de faire ce calcul très rapidement. Nous donnons, à titre d'exemple, la manière dont on utilise les angles pris au sextant dans deux circonstances qui se présentent journellement dans la navigation maritime près des côtes :

1° S'assurer qu'en doublant une pointe on en passe suffi-

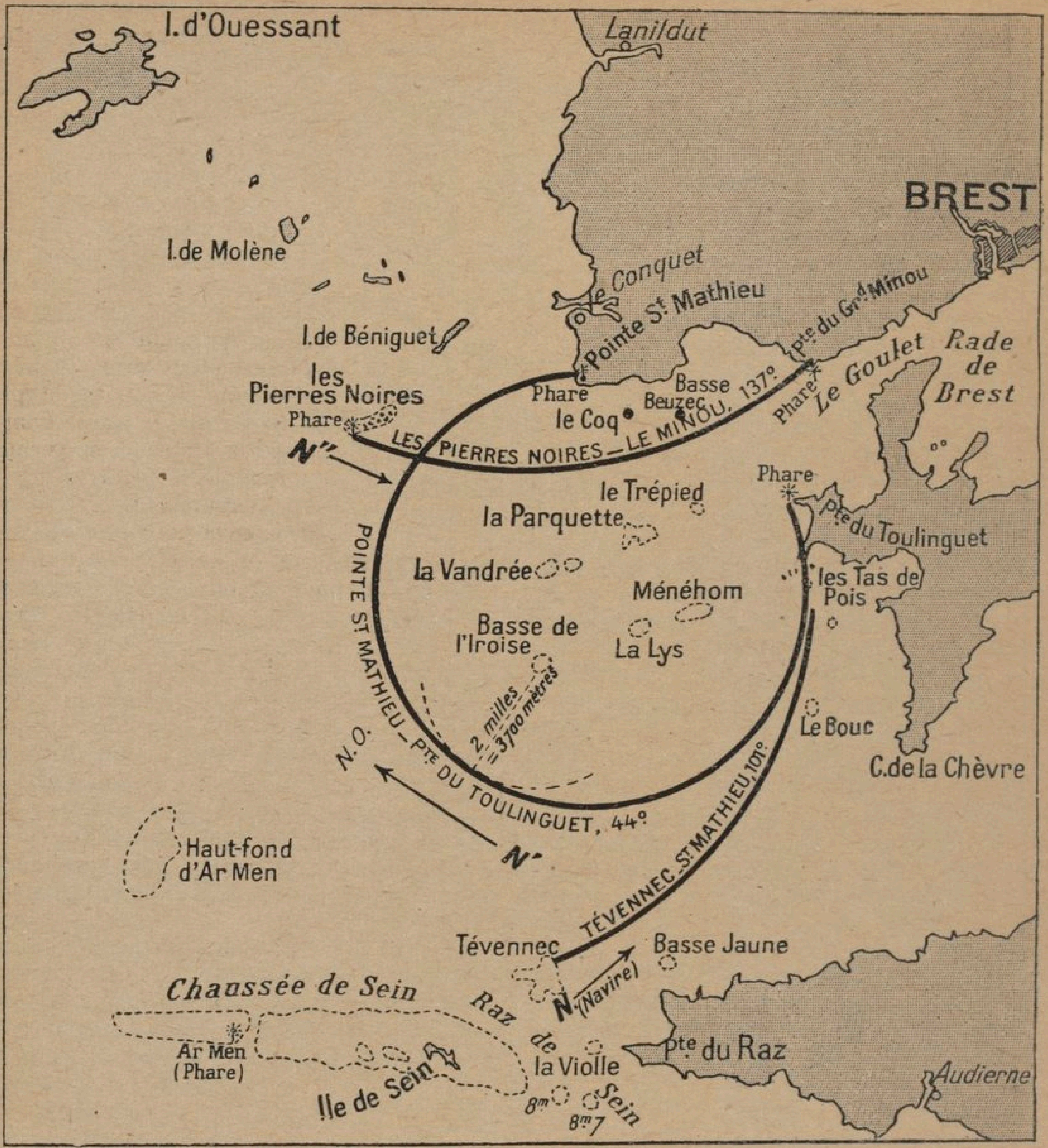


Fig. 13. — COMMENT, AU MOYEN DU SEXTANT, ON ENTRE DE NUIT A BREST

Un navire placé en N et qui suit une route telle qu'il observe au sextant un angle égal à 101°, entre le Tévennec et Saint-Mathieu, va droit sur les Tas-de-Pois; si l'angle observé augmente, il revient un peu sur la gauche; si l'angle diminue, il vient un peu sur la droite. — Un navire placé en N' et qui fait route dans les environs du Nord-Ouest est sûr de passer à 3.700 mètres au moins de la Basse de l'Iroise s'il observe au sextant, entre la Pointe Saint-Mathieu et la Pointe du Toulinguet, un angle de 44°. — Un navire N'' qui suivrait une route dans laquelle il se tiendrait de manière à toujours observer au sextant un angle de 137°, entre le phare des Pierres-Noires et celui du Minou, serait conduit directement à la Pointe du Grand-Minou.

samment loin pour éviter un écueil placé sous l'eau et situé au large de cette pointe (figure 12 à la page précédente).

On décrit autour du danger *B* un cercle d'un rayon égal à la distance minimum à laquelle on veut en passer ; on choisit sur la carte deux points bien reconnaissables *M* et *N*. L'extrémité *P* du diamètre du petit cercle perpendiculaire à *MN* est le point de ce petit cercle le plus éloigné de *M* et de *N*. Avec un rapporteur, on mesure l'angle *MPN* ; tant que les angles *MAN*, *MA'N*, mesurés au sextant,

seront sensiblement inférieurs à la valeur de *MPN*, le navire sera en complète sécurité en dehors du petit cercle de *B* ;

2° Naviguer la nuit en se servant de la distance angulaire de deux feux mesurée au sextant et faisant suivre au navire naviguant à la vapeur l'arc de segment correspondant à la distance mesurée et choisi convenablement sur la carte. Nous avons choisi l'entrée de Brest, dont le vestibule est parsemé de nombreux dangers (fig. 13, p. précédente).

Prenons le navire *N* qui a passé le raz de Sein et qui doit prendre la passe du Toulinguet en passant près des Tas de Pois, qui se voient bien par les nuits les plus sombres et qui veut suivre la route indiquée sur le croquis. Il décrira ce segment à condition que l'angle mesuré au sextant du phare du Toulinguet et de celui de Saint-Mathieu soit de 101° ; si l'angle diminue, il viendra un peu sur la droite, si l'angle augmente, un peu sur la gauche, et il sera ainsi conduit aux Tas de Pois. S'il est en N' et qu'il veuille passer à 2 milles (1 mille marin = 1.852 mètres) de la Basse de l'Iroise, il n'aura qu'à se tenir à une distance telle que l'angle mesuré au sextant du phare de Toulinguet et de celui de la pointe Saint-Mathieu soit au moins de 44 degrés.

Un navire placé en *N''* et qui veut se diriger sur le phare du *Minou* suivra une route telle que l'angle du phare des Pierres-Noires et du Toulinguet, mesuré au sextant soit exactement de 137°. L'octant, lui, ne permet de mesurer que des angles inférieurs à 90° ou 95°; on l'a adopté à la place du sextant pour gagner du poids.

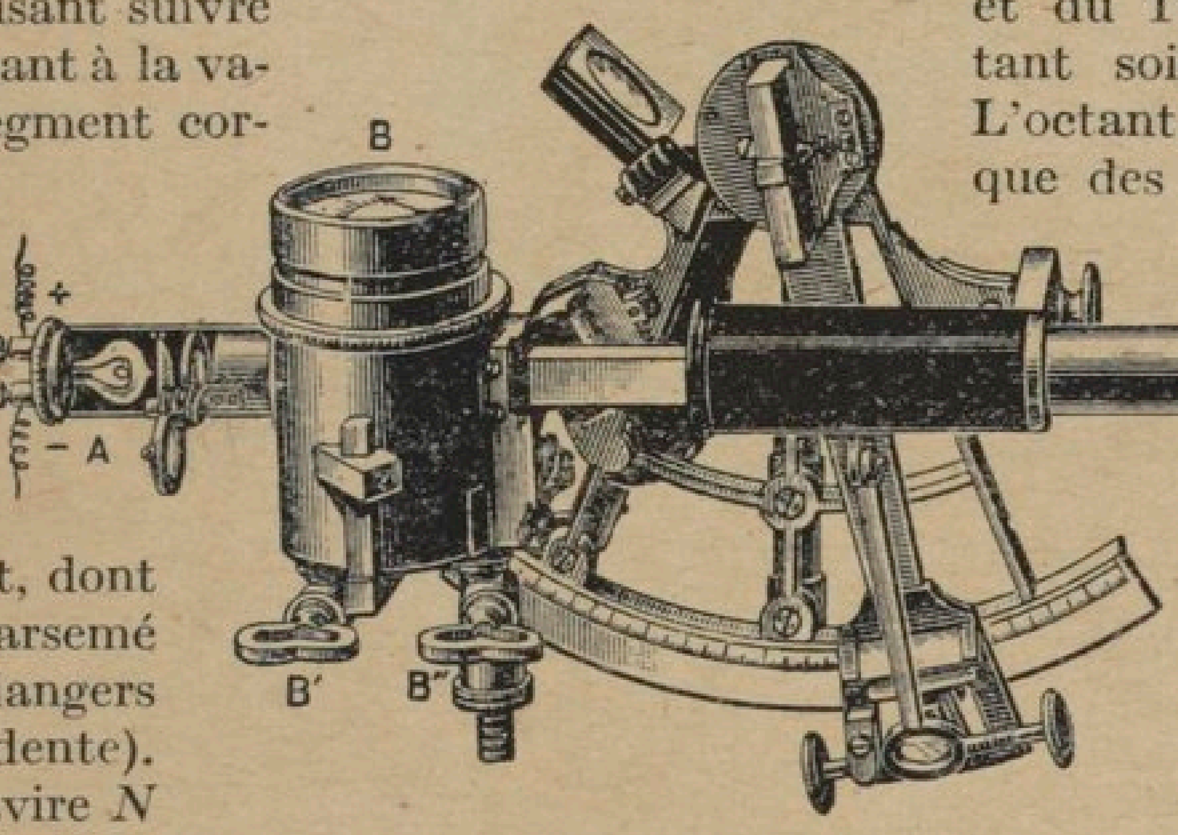


Fig. 14. — L'OCTANT A GYROSCOPE PONTHUS ET THERRODE

Dispositif pour l'éclairage pendant les observations de nuit, — A, ampoule électrique; B, boîte cylindrique contenant le gyroscope; B' B'', robinets permettant d'assurer dans la boîte, pour faire tourner le gyroscope, une circulation d'air au moyen d'un conduit relié à une petite pompe aspirante.

A la mer, l'horizon est souvent bouché, comme disent les marins; la nuit, il est très rare qu'il soit net, ce qui rend les observations de lune et d'étoiles longues, pénibles et bien moins exactes.

Comme, en somme, le but des observations de hauteur d'astres avec l'horizon revient à déterminer l'angle que fait la direction de l'astre avec la verticale du lieu, on a donc été conduit à essayer de se passer de l'horizon de la mer qui n'est pas indispensable.

C'est l'amiral Fleuriais qui a imaginé le premier sextant à gyroscope, et l'octant Ponthus et Therrode n'est qu'une très heureuse modification de son génial instrument.

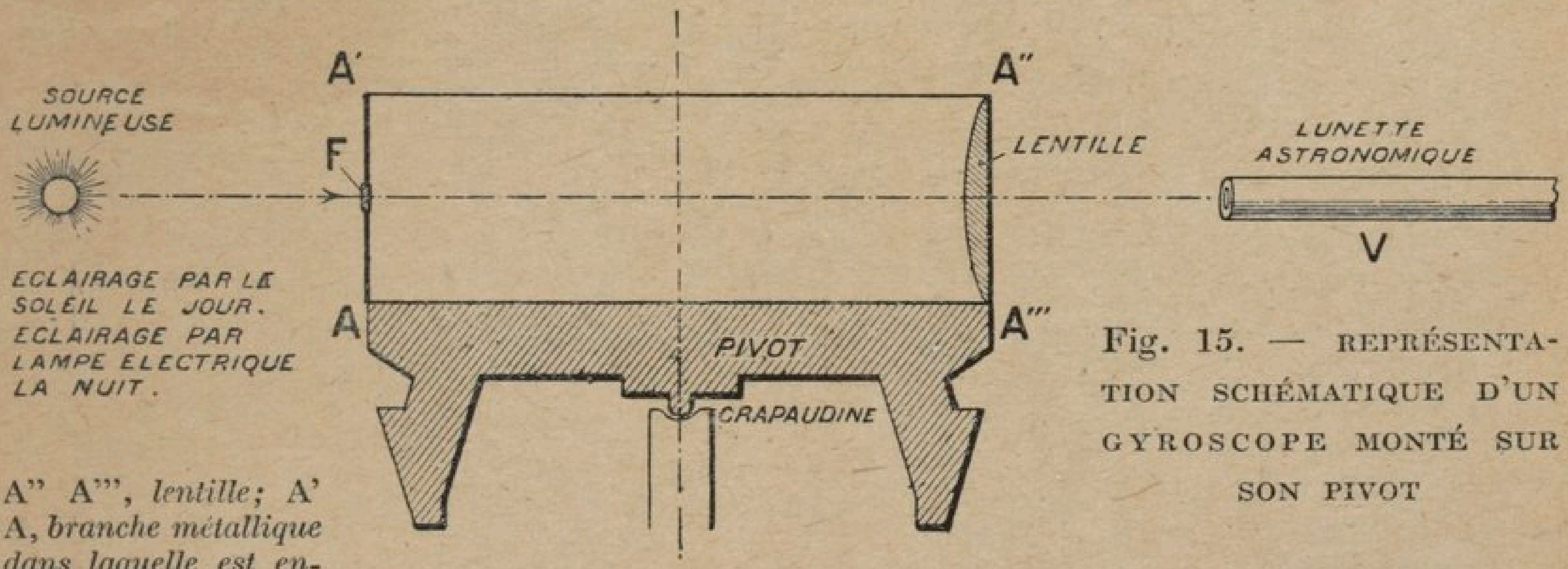


Fig. 15. — REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE D'UN GYROSCOPE MONTÉ SUR SON PIVOT

A'' A''', *lentille;* A' A, *branche métallique dans laquelle est enchâssée une petite plaque* F *en verre noirci. Quand le gyroscope tourne à 7.200 tours à la minute, son axe est vertical ou à peu près et les traits de la petite fenêtre apparaissent à la vue de l'observateur comme dans la plaque* F, *reproduite à la page suivante.*

On sait que quand un gyroscope est lancé à une vitesse suffisante, son axe, après un certain nombre d'oscillations, prend sensiblement la direction de la verticale.

Comme il était très difficile de prendre l'angle que fait la direction d'un astre avec la verticale, on a tourné la difficulté par le dispositif suivant :

Supposons (fig. 15), que nous placions sur la partie supérieure d'un gyroscope immobile et dont l'axe est vertical, une alidade *A A'A''A'''* fixée rigidement et symétriquement sur un diamètre de la circonférence du gyroscope. A l'une des extrémités de cette alidade *A''A'''*, fixons une lentille perpendiculaire au diamètre *AA'''*, et de l'autre côté, une branche métallique parallèle à la lentille et portant, enchâssée à hauteur du centre de cette lentille, une petite lame de verre noirci *F* sur laquelle sont tracés des traits horizontaux transparents.

Plaçons ensuite une lunette astronomique *V* à distance voulue de la lentille et dont l'axe optique passe par le centre de la loupe ; mettons ensuite le gyroscope en marche.

On sait que quand l'œil reçoit des rayons lumineux provenant d'un objet éclairé, la rétine est impressionnée pendant un certain temps : un dixième de seconde, par exemple ; si donc, par un mouvement suffisamment rapide, nous faisons repasser l'image devant cette rétine avant que la première impression se soit évanouie, l'observateur aura devant les yeux une image continue de traits horizontaux.

Par suite, quand notre gyroscope, qui est porté par l'octant et à distance convenable, tournera à grande vitesse devant l'objectif de la lunette, l'observateur aura devant les yeux des traits horizontaux absolument continus, et c'est sur ces traits qu'il prendra ses hauteurs au lieu de prendre pour base l'horizon de la mer.

On donne au gyroscope la vitesse voulue : 7.200 tours, en faisant, au moyen d'une pompe aspirante, le vide dans la boîte étanche *B* (fig. 14) qui le renferme ; l'air extérieur, qui fait alors violemment irruption dans cette boîte, est dirigé sur des augets placés sur la périphérie du gyroscope ; à cette allure, on peut facilement observer environ pendant une demi-heure. Sur la plaque *F* (fig. 16), l'écartement des traits transparents horizontaux vu de la lunette est de 10' ; on a supprimé le trait du milieu, et le milieu de l'intervalle des deux traits voisins, dont l'écartement est de 20', constitue une ligne fictive qui remplit le rôle de ligne de milieu.

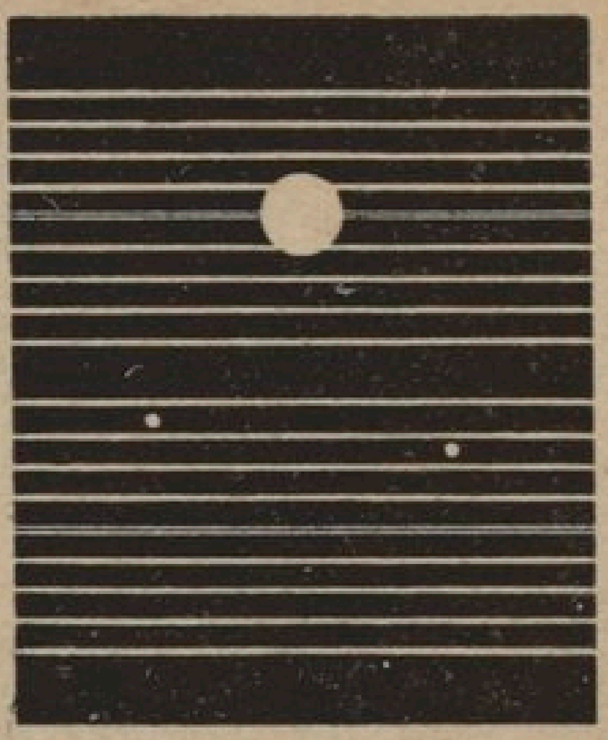


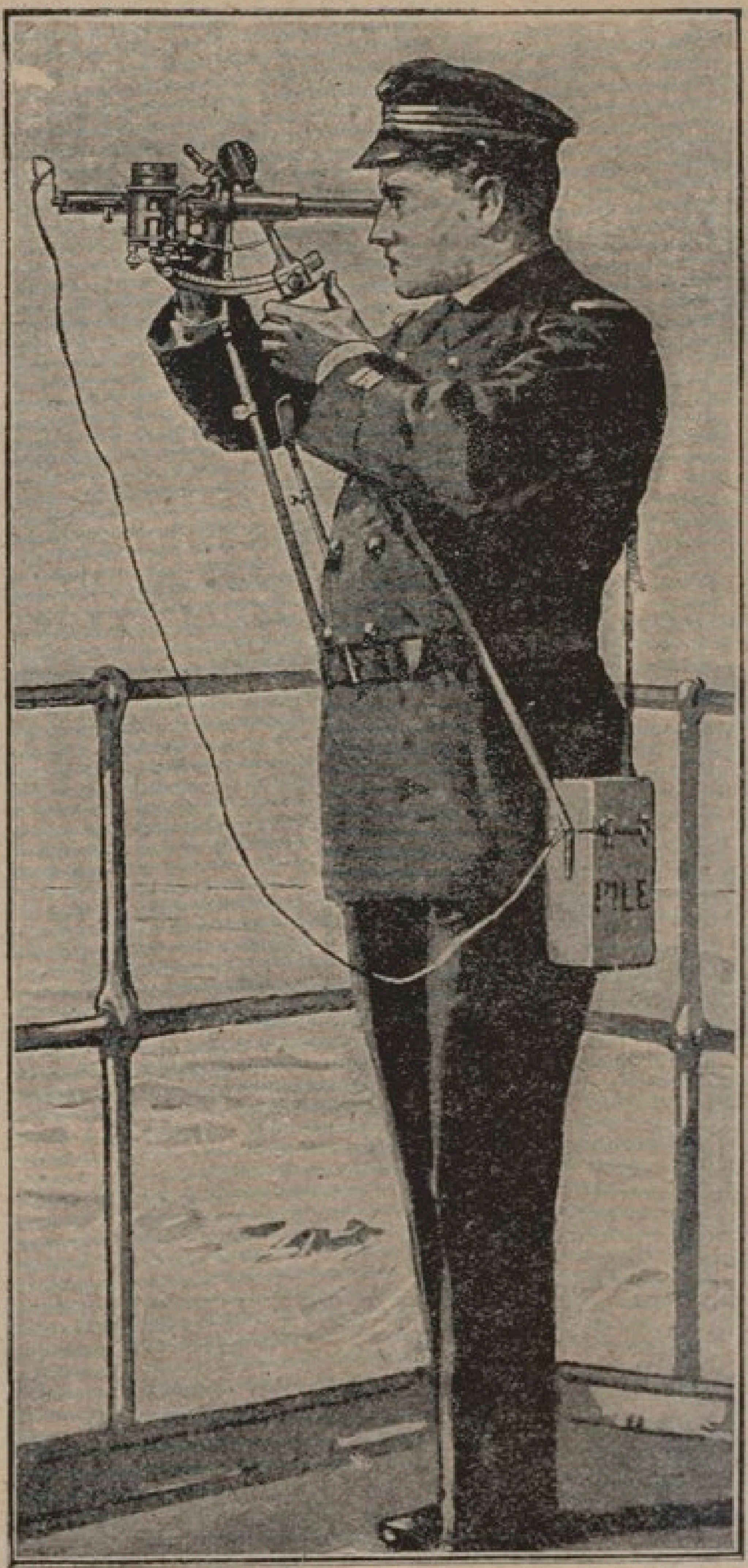
Fig. 16. — LA PLAQUE F

Aspect du soleil et de deux étoiles quand, avec l'alidade de l'octant, on les a amenés dans les traits de la petite plaque.

On compte le nombre de traits entre cette ligne fictive et l'astre, en estimant à vue les dixièmes de l'intervalle. Voici comment on observe : quand, après le lancement du gyroscope, les premières oscillations de l'axe se sont atténuées et qu'il est à peu près vertical, on manœuvre l'alidade de l'octant de manière à amener par double réflexion sur ses deux miroirs l'astre dans les traits transparents, et on fixe l'alidade par sa vis de pression.

On observe alors la coïncidence de l'astre avec les traits à mesure qu'il se déplace sur la plaque F et on note soigneusement les heures. On peut faire une série d'observations quand l'astre est dans les traits de la petite plaque *F*.

A. Poidloué.



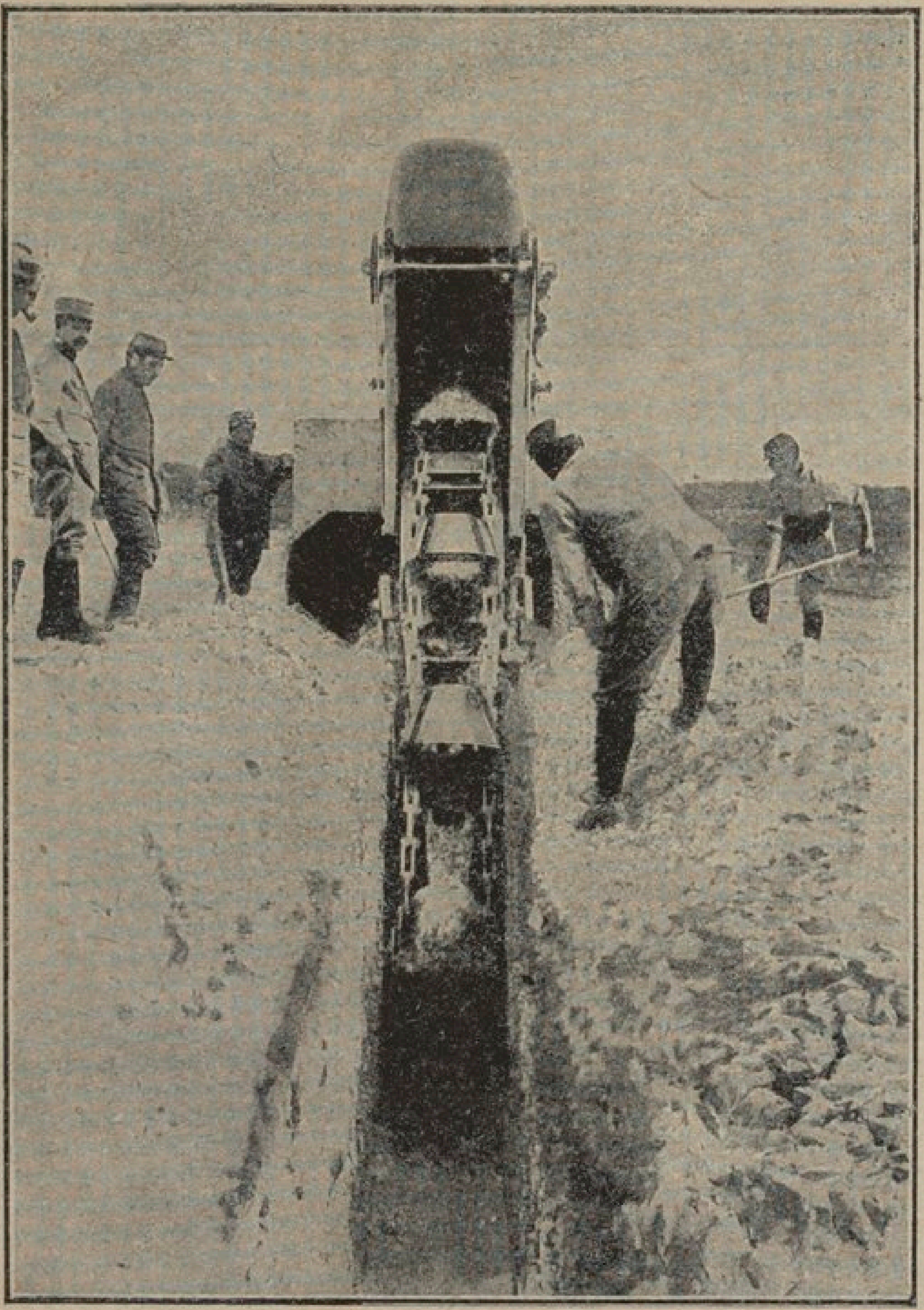
OFFICIER FAISANT UNE OBSERVATION DE NUIT AVEC L'OCTANT A GYROSCOPE

LE CREUSEMENT MÉCANIQUE DES TRANCHÉES ET DES BOYAUX

par Gustave LUGARD

Si l'on pouvait additionner la longueur des tranchées construites depuis le début de la guerre sur les divers fronts, on obtiendrait sans doute un total formidable de kilomètres, peut-être supérieur à la longueur de la circonférence totale de la terre mesurée à l'équateur.

Dans les anciennes guerres, les tranchées d'attaque ou de défense des places fortes, de même que les retranchements creusés sur les champs de bataille, par les pionniers de l'infanterie ou du génie, se faisaient à la bêche et à la pioche. C'est ce que l'on a fait pendant les premiers mois de la guerre, et il a fallu réunir à cet effet des milliers de terrassiers civils et militaires. On a dû rapidement chercher le moyen de creuser les tranchées mécaniquement, afin de gagner du temps et de parer, dans la mesure du possible, à l'insuffisance de la main-d'œuvre.

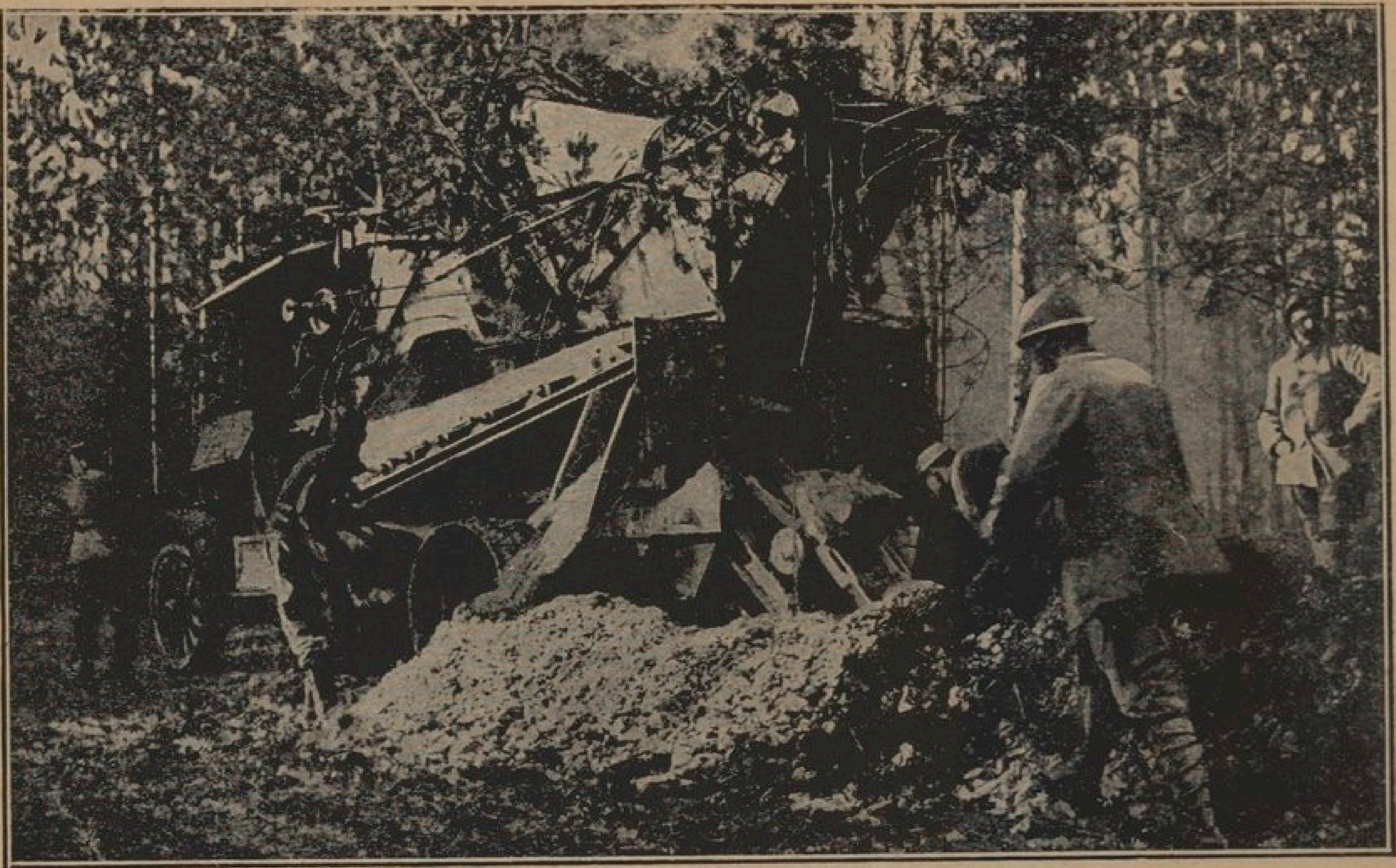


UN EXCAVATEUR AU TRAVAIL SUR LE FRONT

Comme on le voit, le tracé du fossé est absolument régulier, et les déblais sont rejetés sur les banquettes latérales sans devenir un obstacle à la progression de la machine.

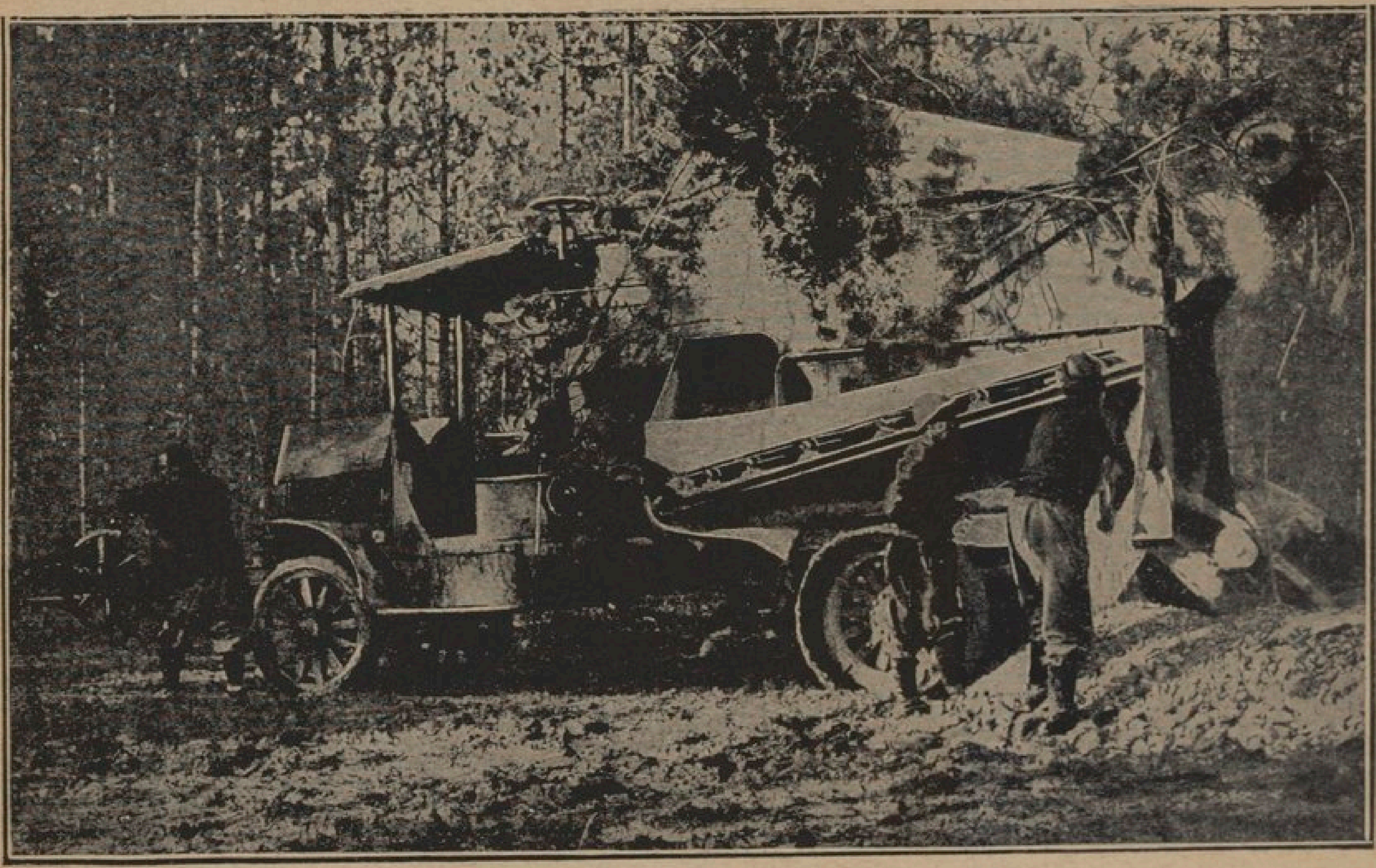
En temps de paix, les installations de distributions d'eau, de gaz et d'électricité, ainsi que la construction des réseaux d'égouts donnent lieu à l'établissement de caniveaux plus ou moins profonds dans lesquels on enterre les canalisations ou qui servent d'émissaires aux eaux de pluie, ainsi qu'aux résidus liquides de l'industrie et de la vie domestique. Les entrepreneurs chargés de ces travaux d'édilité étaient souvent gênés par la pénurie de travailleurs, surtout aux Etats-Unis, où le recrutement des équipes d'ouvriers a toujours été difficile. C'est ce qui explique pourquoi les chefs d'entreprises américains chargés de construire des égouts ou des lignes téléphoniques souterraines ont été obligés de recourir de plus en plus souvent à des machines pour creuser les tranchées étroites et profondes au fond desquelles on pose les câbles conducteurs et leurs gaînes de protection.

Quand il s'agit d'installations électriques, les caniveaux doivent être comblés aussi rapidement que possible après le passage



VUE DU DISPOSITIF DE REJET DES DÉBLAIS SUR LES BANQUETTES D'UNE TRANCHÉE

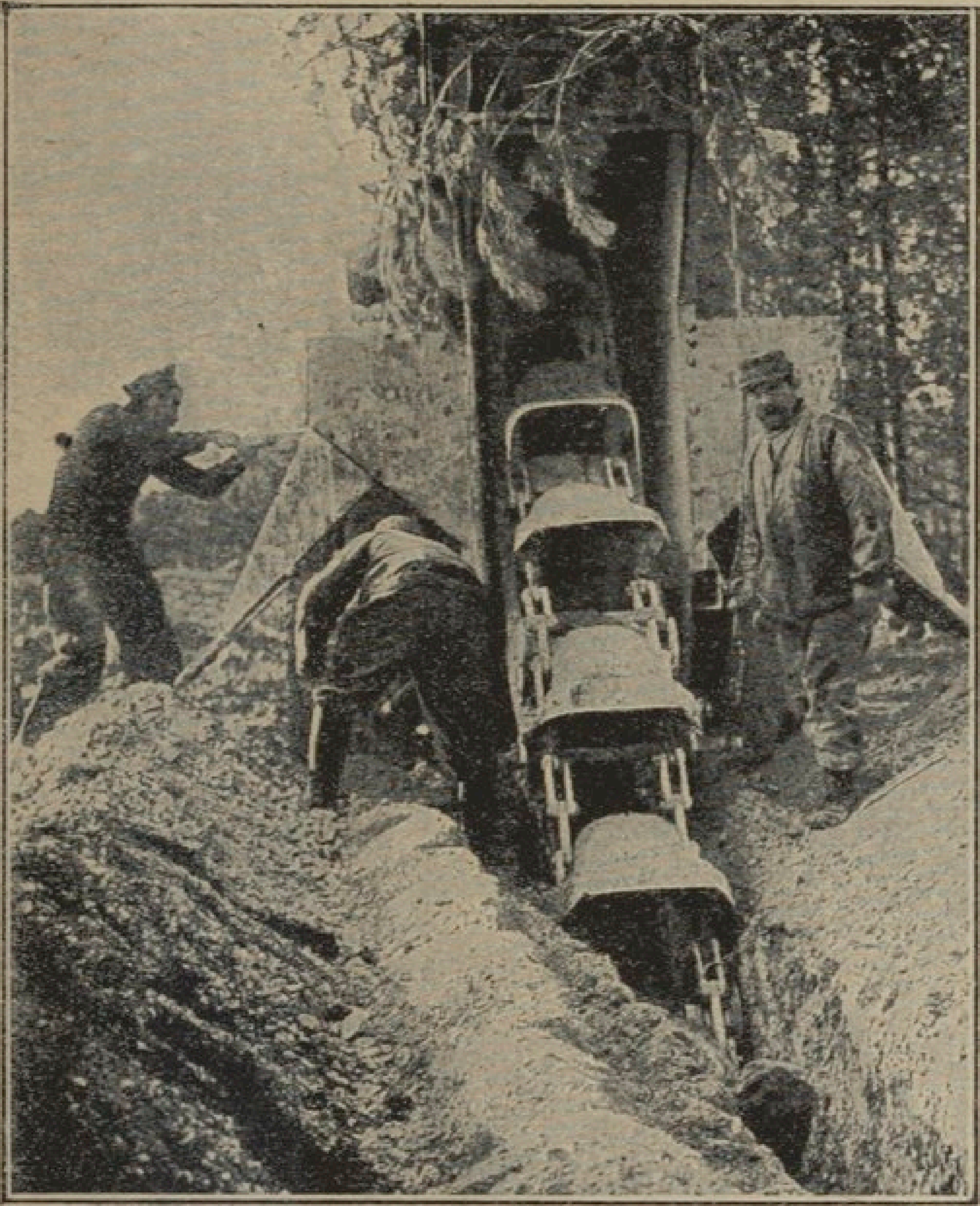
Au fur et à mesure de son extraction, la terre enlevée par les godets de la drague est reversée par deux plans inclinés de chaque côté du châssis de la machine.



LE MÊME EXCAVATEUR POUR TRANCHÉES PRÉSENTÉ LATÉRALEMENT

Mieux que la précédente, cette photographie montre l'avant de la machine, qui ne diffère guère de celui d'un camion automobile. D'ailleurs, la force pour le fonctionnement de la drague est fournie par le moteur employé pour la marche du véhicule.

de l'excavateur. De même les galeries d'égout reçoivent un revêtement de maçonnerie à mesure que la machine avance, mais ces travaux de parachèvement s'opèrent lentement et limitent la vitesse de l'excavateur qu'on arrête tous les 150 mètres, afin de permettre aux équipes de maçons d'accomplir leur besogne dans de bonnes conditions. Les tranchées destinées à servir d'abris aux troupes restent, au contraire, à peu près ouvertes et sont complétées par des parapets obtenus au moyen des déblais et de terre ou de macadam provenant de l'intérieur du pays et transportés par des trains spéciaux. Les terrains dans lesquels on opère sont de consistance très variable. Dans les villes, les canalisations sont installées dans les rues neuves avant la pose du pavage, quand la terre est encore meuble. Pour les travaux d'entretien et de modification, on doit creuser dans du terrain durci par la circulation active des véhicules, et l'avancement ne peut être aussi rapide que dans le premier cas.



L'EXCAVATEUR EST ICI RECOUVERT DE BRANCHAGES, A L'EFFET DE LE SOUSTRAIRE A LA VUE DES AVIATEURS ENNEMIS QUI RODENT DANS LES AIRS

Les terrassiers militaires rencontrent les mêmes difficultés. Tantôt les tranchées sont creusées dans des couches de sable molles et sujettes aux éboulements ; tantôt, au contraire, on opère dans des terres fortes de labour ou en terrain rocheux. En tout cas, il y a des travaux de parachèvement à mener aussi rapidement que possible derrière l'excavateur, avant de pouvoir garnir une tranchée avancée de ses défenseurs.

Pour creuser le sol mécaniquement le long des fronts, on a fait venir des Etats-Unis des excavateurs spéciaux, peu encombrants et très résistants, employés par les entrepreneurs de travaux de voirie.

Le type de machine qui a donné les résultats les plus pratiques est un petit excavateur à sec, qui se compose d'une roue munie de godets coupants et supportée à l'extrémité d'un robuste chariot. Cette roue, dont le diamètre extérieur atteint 5 m. 50, ne comporte pas de moyeu, mais sa surface intérieure s'appuie sur des galets portés par un châssis fixé au chariot par une volée. Des engrenages intérieurs sont placés de chaque côté de la roue et ils sont actionnés par des pignons auxquels le mouvement du moteur est transmis par une chaîne sans fin.

Les godets excavateurs portés par la roue comportent alternativement un bord tranchant ou un bord dentelé, ce qui facilite l'attaque et l'enlèvement du terrain. Les godets déversent leur contenu sur une courroie transporteuse qui décharge les matériaux excavés latéralement sur les bords de la tranchée. Ce transporteur est commandé par le moteur du véhicule au moyen d'un embrayage à friction.

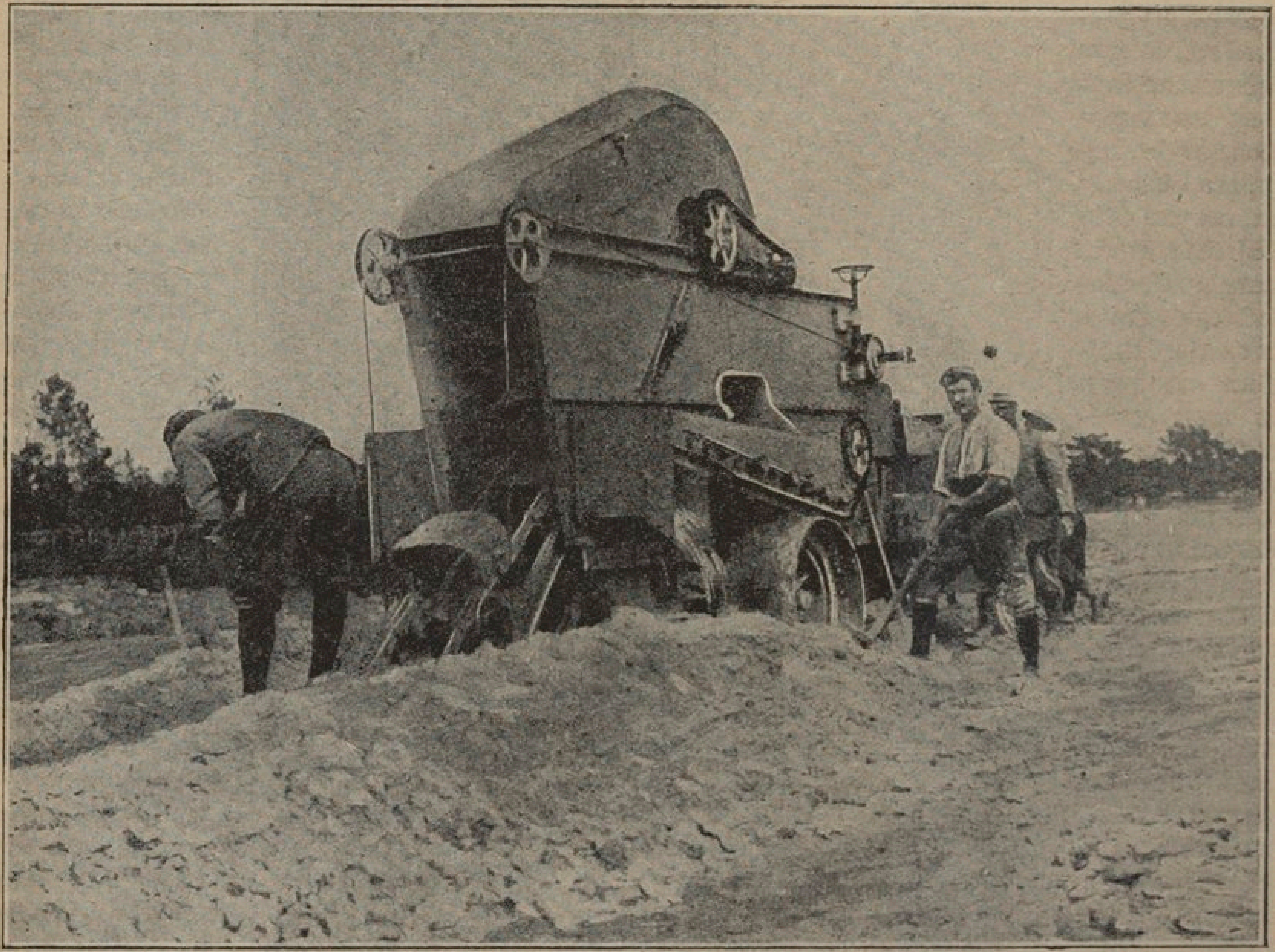
Le chariot principal, formé de deux longerons en profilés, se déplace en avant de la tranchée à creuser, la roue étant à l'arrière. L'appareil est porté à l'avant par deux roues métalliques à larges jantes, et à l'arrière, par des chaînes sans fin à patin, montées sur des roues dentées jumelées, constituant un dispositif à peu près analogue à celui des tracteurs à « caterpillar ».

La roue excavatrice est suspendue à une

volée oblique, formée de deux fers profilés en U; on peut déplacer la volée verticalement et l'incliner plus ou moins à l'aide de palans, de manière à permettre à la roue de pénétrer dans le sol à la profondeur voulue. Le mouvement nécessaire pour l'excavation est transmis par une chaîne sans fin à un pignon placé sur la volée et qui entraîne la roue. La puissance exigée par les divers mouvements de l'appareil est fournie par un moteur à essence de 100 chevaux.

Un autre modèle de machine à creuser les tranchées est également muni à l'arrière d'une roue excavatrice suspendue à l'intérieur d'un câble et garnie de godets sur tout son pourtour. Cette roue, guidée par des galets portés par son cadre reçoit son mouvement d'une couronne dentée intérieure.

Nos illustrations représentent un troisième genre d'excavateur qui se rapproche beaucoup de ceux que l'on emploie pour draguer les sablières. La chaîne, garnie de godets, est montée sur un châssis mobile à chaque extrémité duquel se trouve une roue de support. L'axe de la roue supérieure porte un engrenage auquel un pignon denté transmet la puissance du moteur par l'intermédiaire d'une chaîne. Pour relever le châssis de la drague, il suffit de faire fonctionner un palan sur lequel s'enroulent des câbles passant sur deux galets de grand diamètre, montés à l'arrière de la caisse.



LA MACHINE TRAVAILLE MAINTENANT EN PLEIN CHAMP, DANS LA TERRE MEUBLE

Sur cette photographie, on distingue plus particulièrement, à la partie supérieure de l'engin, le pignon moteur et l'engrenage à commande par chaîne qui actionne les godets. On voit aussi les câbles métalliques servant au relevage et à l'abaissement du châssis de la drague.

Comme le montrent les photographies, la terre sortie par les godets tombe sur des plans inclinés en tôle qui la rejettent de chaque côté de la machine. Tout le mécanisme est monté sur un châssis de camion avec moteur à l'avant. Les roues-arrière sont à jantes métalliques très larges, permettant le passage dans les terres labourées.

Pour soustraire l'excavateur à la surveillance des avions ennemis, on le *camoufle* au moyen de branches d'arbre. Une équipe de cinq hommes et un chauffeur suffisent pour la conduite de la machine.

GUSTAVE LUGARD.

LES ARMES DE GUERRE PNEUMATIQUES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Par Clément **CASCIANI**

Le premier homme qui, prenant un roseau débarrassé de ses nœuds, introduisit dans son intérieur un projectile quelconque, soit une boulette de terre glaise séchée ou cuite, soit un petit caillou plus ou moins arrondi, soit un cylindre de bois coupé dans une branche d'arbre, et qui, soufflant par une de ses extrémités, lança ledit projectile dans une direction déterminée, créa l'arme pneumatique.

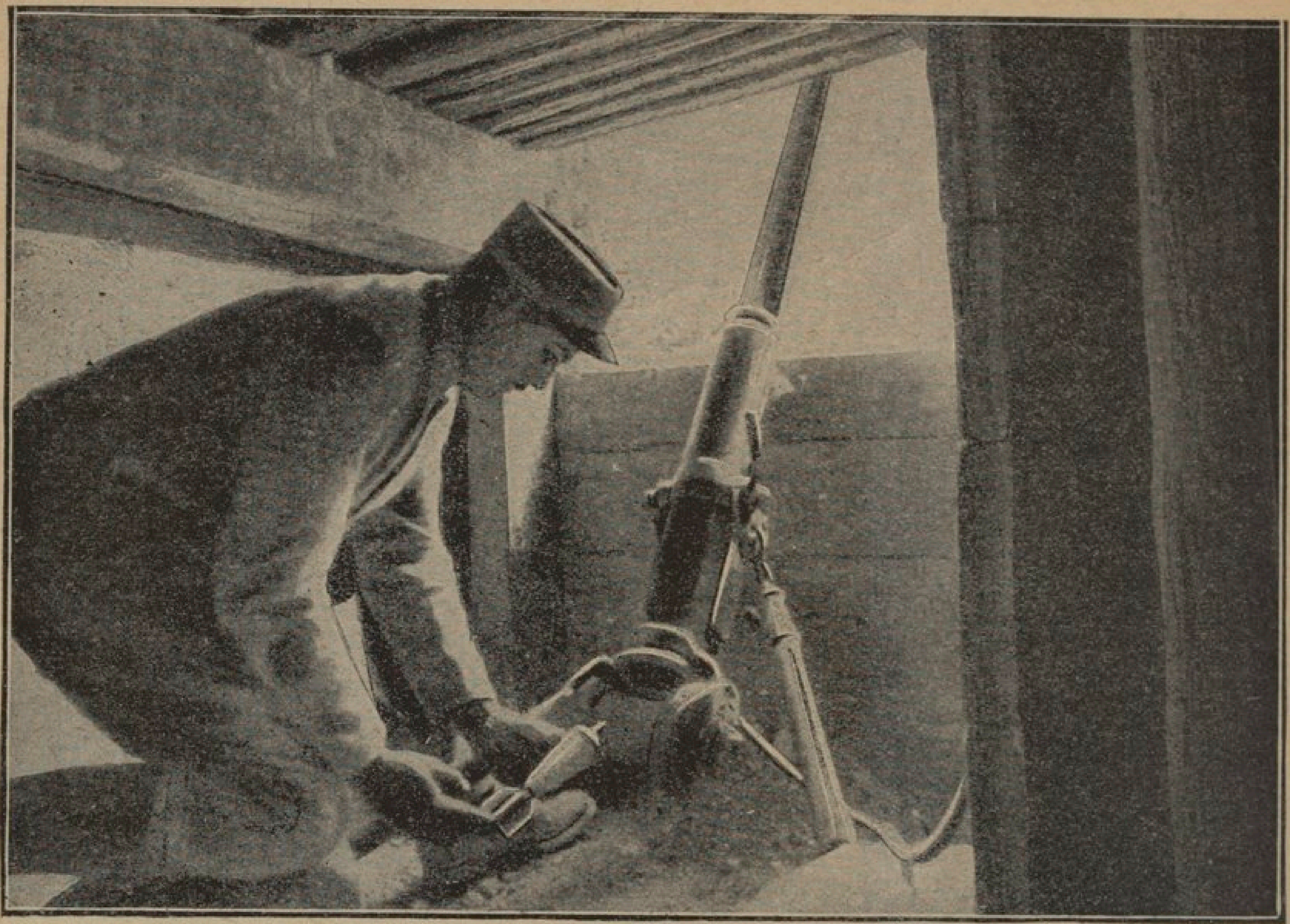
Ceci est assurément fort ancien, et cependant, transmise à travers les âges, cette arme s'est conservée jusqu'à nos jours sans éprouver de bien grandes modifications (sauf sa transformation en fusil à vent et en canon ou mortier pneumatique dont nous parlons plus loin), puisqu'elle sert encore actuellement, sous le nom de sarbacane, comme jouet pour les enfants, et comme engin de chasse pour tuer les petits oiseaux en divers pays, notamment en Italie.

L'invention du fusil à vent, qui n'est, en somme, qu'un perfectionnement de la sarbacane, est attribuée à Guter, de Nuremberg, en 1560, mais il est incontestable qu'il existait, bien longtemps auparavant, des engins lançant des projectiles plus ou moins puissants par le moyen de l'air comprimé.

Le fusil à vent moderne se compose d'une crosse creuse à parois épaisses remplissant l'office de réservoir pour l'air comprimé; vers l'extrémité du col de cette crosse est disposée une soupape conique qui s'ouvre du dehors en dedans du réservoir. On visse la crosse sur l'extrémité d'une pompe foulante analogue aux pompes à pneumatiques de bicyclettes ou d'automobiles, et, après 200 ou 250 coups de piston, la charge, qui peut atteindre une pression de huit à dix atmosphères, est suffisante pour que l'on puisse tirer plusieurs fois. On dévisse la crosse de la pompe sans avoir à craindre que l'air s'échappe, puisque la soupape ferme d'autant plus hermétiquement que la pres-

MORTIERS PNEUMATIQUES LANCE-BOMBES, SUR TRÉPIED, EN POSITION DE TIR

Au premier plan de la photographie, on voit, sur le sol, un tube-réservoir d'air comprimé.



LE MORTIER-PNEUMATIQUE EST CHARGÉ AVEC UN PROJECTILE A AILETTES
On voit ici l'engin en batterie dans un ancien abri blindé de mitrailleuse, sur le front de Champagne.

sion intérieure est plus considérable. On peut alors se servir du fusil en introduisant une balle dans le canon, en vissant ensuite la crosse sur la batterie, puis en appuyant le doigt sur la détente. Le chien, en s'abattant, déplace un levier qui ouvre la soupape, l'air s'échappe avec violence et chasse le projectile ; la soupape se referme d'elle-même aussitôt. On peut ainsi tirer de suite, sans nouveau chargement, plus ou moins de coups, suivant que la capacité de la crosse est plus ou moins grande. Mais la quantité d'air qui s'échappe à chaque coup, diminuant rapidement la provision emmagasinée dans le réservoir, il en résulte que la vitesse du projectile, et par conséquent sa portée et sa force pénétrante décroissent énormément à mesure que les coups se succèdent.

En 1792, les Tyroliens avaient des fusils à vent, et Bonaparte eut l'idée de s'en servir, d'après ce que rapportent Reveroni de Saint-Cyr et le général Cotty. « On voit, dit Reveroni, que Bonaparte goûta d'abord l'emploi d'armes à vent, qu'on lui proposait de mettre entre les mains des mineurs (les mineurs du génie). Divers essais furent faits sur le modèle de carabines à vent prises à des tirailleurs autrichiens et tyroliens. Ces essais n'eurent pas de suite, leurs résultats ayant déçu les espérances des adaptateurs. »

On construit aujourd'hui des fusils à vent qui se chargent très rapidement au moyen d'un simple mouvement de bascule du canon sur la crosse, avec laquelle il est assemblé à charnière. Mais l'air n'est ainsi que faiblement comprimé, et la portée de la balle est insignifiante. Ce ne sont là que des armes-jouets ou plutôt des armes de salon.

Il en est de même de celles dans lesquelles l'air comprimé est remplacé par de l'acide carbonique liquide contenu dans un petit réservoir. Quelques gouttes de liquide, en s'évaporant rapidement, suffisent pour fournir une quantité de gaz comprimé suffisante pour lancer la balle, mais à une distance relativement faible. La carabine Paul Giffard, employée dans les stands, est de ce type.

Enfin, on ne peut parler des fusils à vent sans rappeler le fusil à vapeur, inventé par l'ingénieur Dickinson pendant la guerre de Sécession. Ce n'était, en somme, qu'une espèce de fronde, mais énormément plus puissante que celle maniée par nos ancêtres de l'antiquité et du moyen âge. La force motrice était, en effet, empruntée à une locomobile de douze chevaux. Le canon de

ce fusil se recourbait à angle droit, environ aux deux tiers de sa longueur ; la portion la plus longue tournait autour de la plus courte, établie verticalement, et accomplissait plusieurs centaines de révolutions par minute. Quand la branche horizontale arrivait en face d'une ouverture pratiquée dans une ceinture de fer qui l'entourait, elle se déchargeait en envoyant au loin avec une étonnante rapidité, tous les projectiles qu'elle contenait. Ces décharges étaient, paraît-il, une véritable pluie de bombes et de boulets.

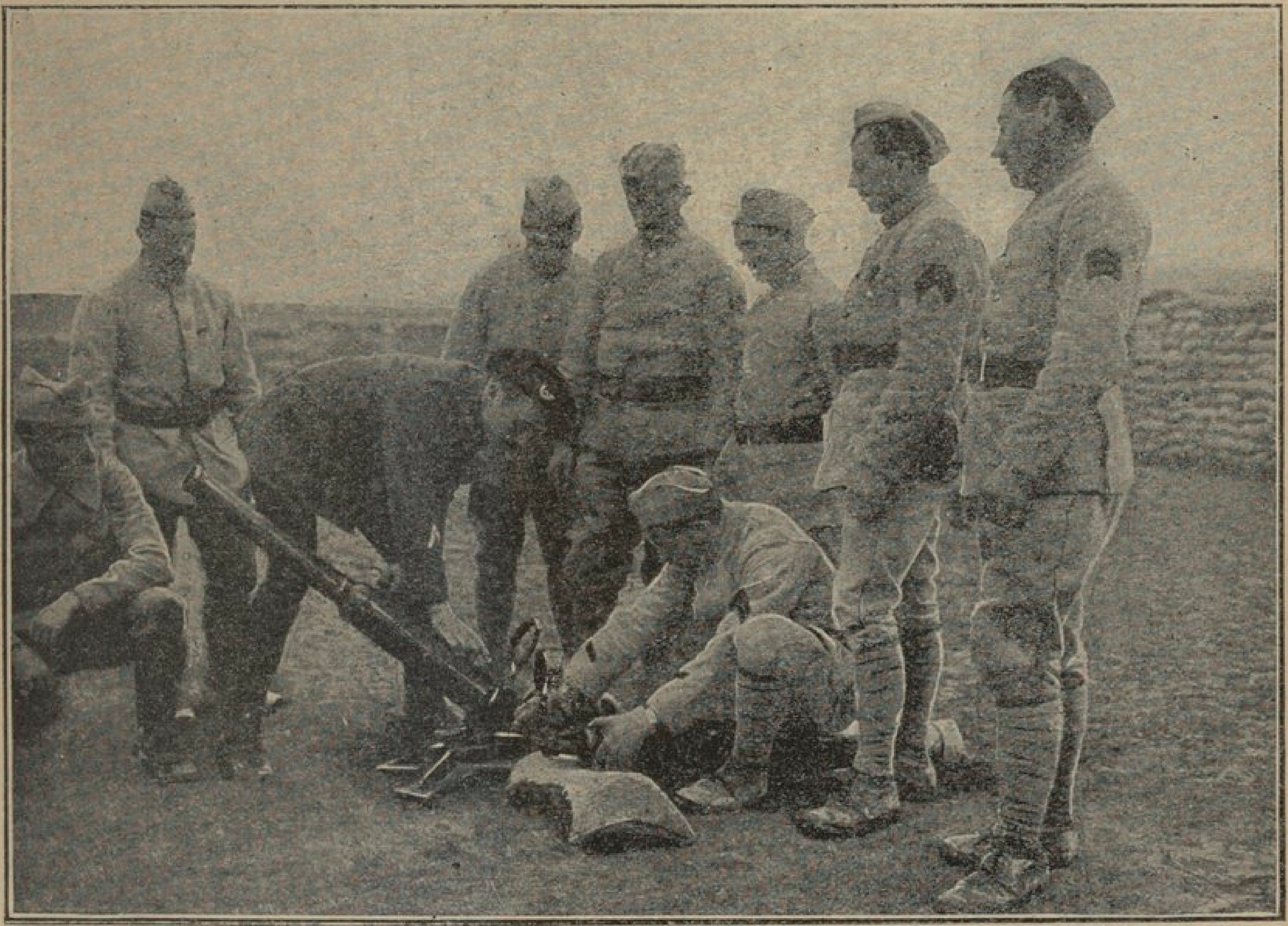
Nous avons dit, dans un précédent article, que le canon et le mortier pneumatiques étaient actuellement les armes les plus précieuses et les plus efficaces pour le lancement à distance convenable des énormes obus-torpilles chargés en explosif puissant qui, partant de nos tranchées, vont bouleverser de fond en comble les défenses de l'ennemi.

Pendant, en effet, la longue période de pénurie qui marqua le début de la guerre actuelle de tranchées, nous n'avions, pour effectuer ce lancement, que des engins rudimentaires et de fortune, ramassés à la hâte n'importe où, et peu aptes à remplir le rôle qu'on leur faisait jouer : vieux mortiers démodés de l'époque de Louis-Philippe, canons de bronze, plus vieux encore, servant à tirer des salves dans les réjouissances publiques, et même, ainsi qu'on l'a dit déjà dans cette revue, de simples tubes formés d'un obus allemand non éclaté, dont on dévissait soigneusement l'ogive et dans le culot duquel on pratiquait une lumière.

Avec un matériel de cette nature, les résultats obtenus ne furent forcément pas bien brillants. Peu à peu, cependant, des engins spéciaux, mieux appropriés, furent créés et essayés, et l'on reconnut que l'air comprimé était le meilleur agent de lancement pour les grosses charges d'explosif bien supérieur aux appareils à ressorts, qui manquent totalement de précision. Il agit avec le maximum de facilité, de rapidité et aussi de sécurité pour les servants.

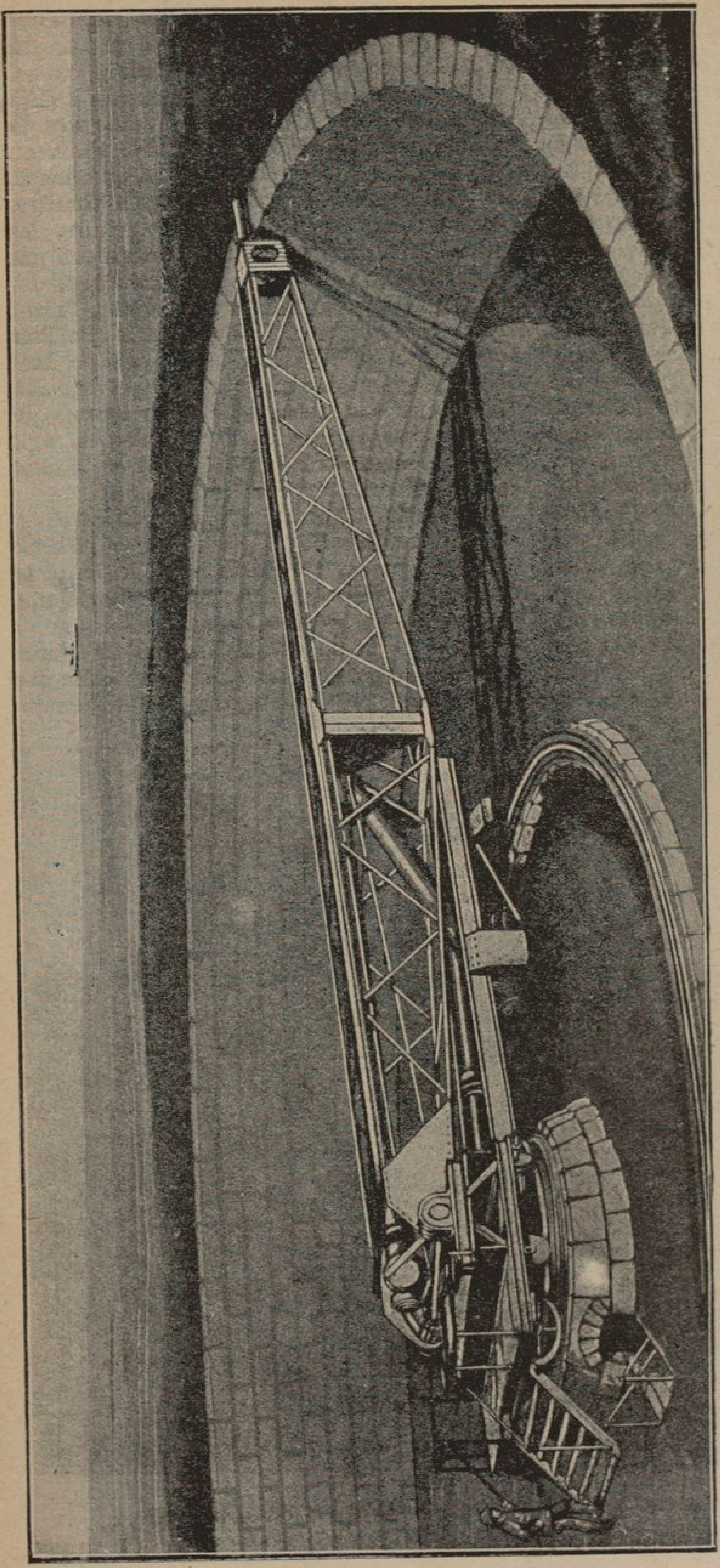
Le canon ou mortier pneumatique s'installa donc dans les tranchées, au grand dam des Allemands, faisant sa réapparition à la guerre et redevenant en faveur après une éclipse d'une trentaine d'années.

C'est en 1883, en effet, que l'Américain Meffort proposa de remplacer la poudre par l'air comprimé pour lancer les nouveaux



L'INTRODUCTION DE L'AIR COMPRIMÉ DANS LE MORTIER PNEUMATIQUE

La pression est indiquée par un manomètre disposé à l'arrière et que surveille attentivement le sergent.



LE PREMIER MODÈLE DU CANON AMÉRICAIN ZALINSKI, MONTÉ SUR POUTRE ARMÉE, POUR LA DÉFENSE DES COTES

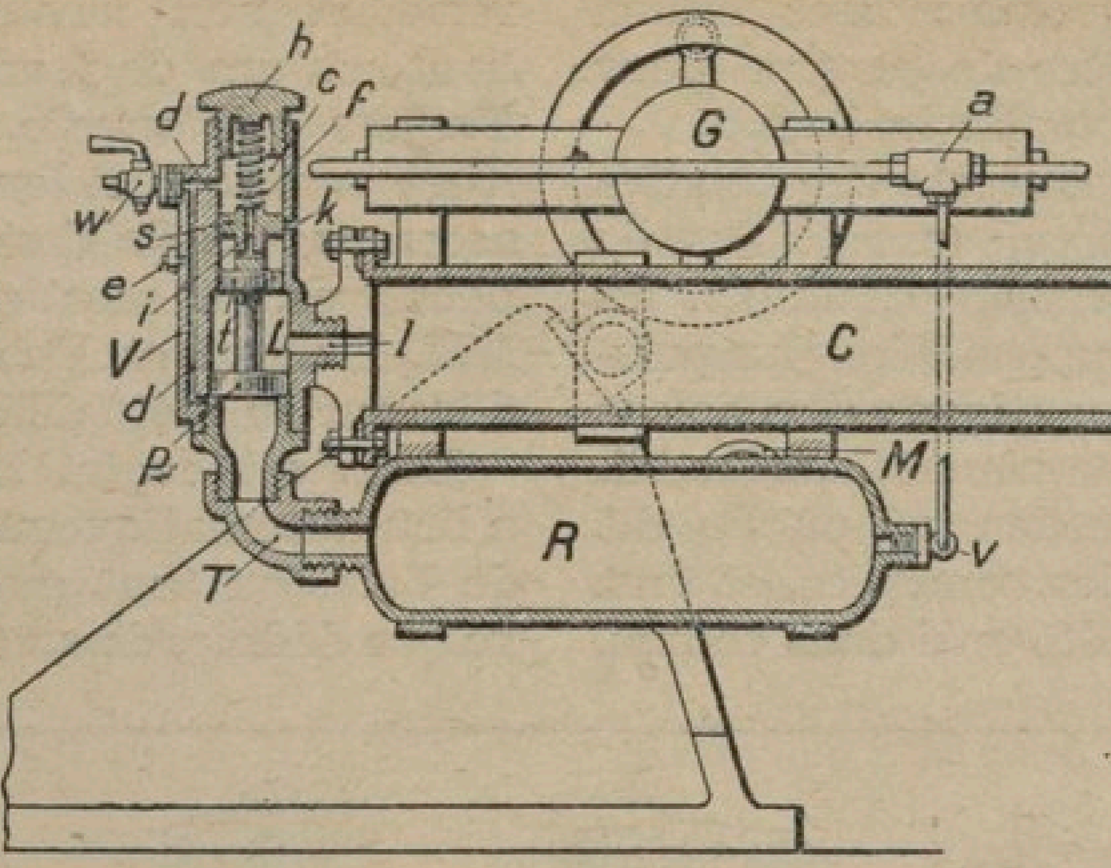
gros obus chargés de 30 ou 40 kilogrammes de dynamite qu'il paraissait dangereux de placer sur une forte charge de poudre noire.

Celle-ci, en effet, était à combustion vive, presque instantanée, — les poudres à combustion lente ou progressive n'étaient pas encore connues, ou, du moins, l'étaient mal — et le choc violent qu'elle faisait subir au projectile au moment de sa déflagration était tel qu'on pouvait craindre une explosion prématurée de celui-ci.

Il démontra que l'air comprimé agit comme une poudre excessivement lente, et qu'il chasse le projectile jusqu'à la sortie de l'âme avec une pression constante, uniforme, ce qui est l'idéal pour une poudre de lancement.

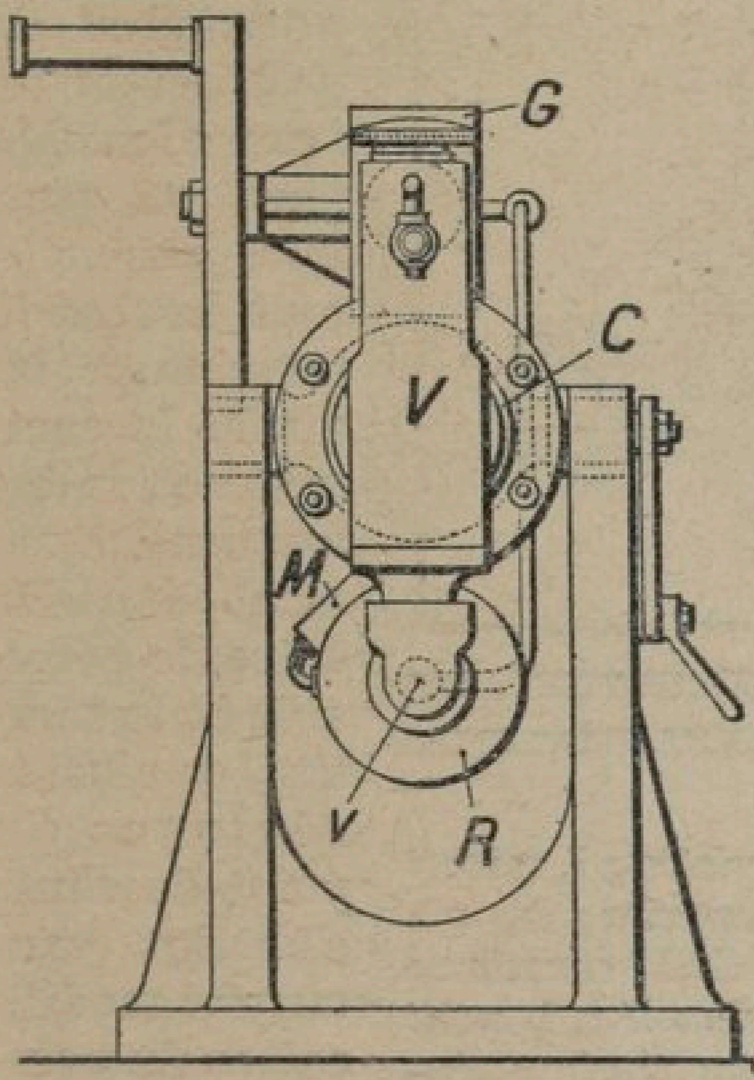
Mais il faut que le réservoir où est puisé l'air comprimé ait un volume assez considérable pour que l'introduction de cet air dans la pièce ne diminue pas sensiblement sa pression. Le projectile, soumis à une force faiblement décroissante, prend un mouvement accéléré ; sa vitesse à la sortie croît donc avec la longueur de la pièce ; de là la nécessité, avec les faibles pressions, d'allonger considérablement le canon, quand on veut obtenir une certaine portée ; mais ses parois peuvent n'avoir qu'une faible épaisseur, et son poids, par conséquent, sera plus faible que celui d'une pièce ordinaire à charge de poudre.

Deux ans après, Zalinski reprit l'étude de ce canon et il le construisit. Il était en fer forgé, à paroi mince; son diamètre était de 8 pouces (203 millimètres) et sa longueur de 18 mètres; un grand cylindre en laiton le garnissait intérieurement. Il communiquait par un tuyau avec un réservoir d'air comprimé d'une contenance de 4 mètres cubes. La valve d'admission, commandée par un le-



MORTIER PNEUMATIQUE PERFECTIONNÉ, A TIR AUTOMATIQUE, RÉGLABLE

(Coupe verticale et longitudinale.)



VUE SCHÉMATIQUE ARRIÈRE DU MÊME ENGIN

LÉGENDE EXPLICATIVE DES TROIS FIGURES SCHÉMATIQUES

G, *pompe de compression;* a, *raccord;* v, *valve;* R, *réservoir d'air comprimé;* M, *manomètre;* T, *tuyau de la valve;* V, *valve automatique;* p, *piston;* L, *lumière du canon;* C, *canon;* t *et* s, *tiroirs cylindriques montés sur la tige du piston* p; c, *chambre derrière le tiroir* s; d, *petit conduit latéral emmenant l'air comprimé dans la chambre* c, *laquelle communique avec l'espace entre les deux tiroirs par un autre petit conduit* i *pratiqué dans la tige du piston;* e, *robinet à pointeau contrôlant le conduit* d; K, *orifice d'échappement de la chambre* c *à l'extérieur (il est couvert, dans la position de repos, par le tiroir* s*);* f, *ressort antagoniste réglable;* h, *vis de réglage du ressort;* l, *conduit entre la lumière et la culasse du canon.*

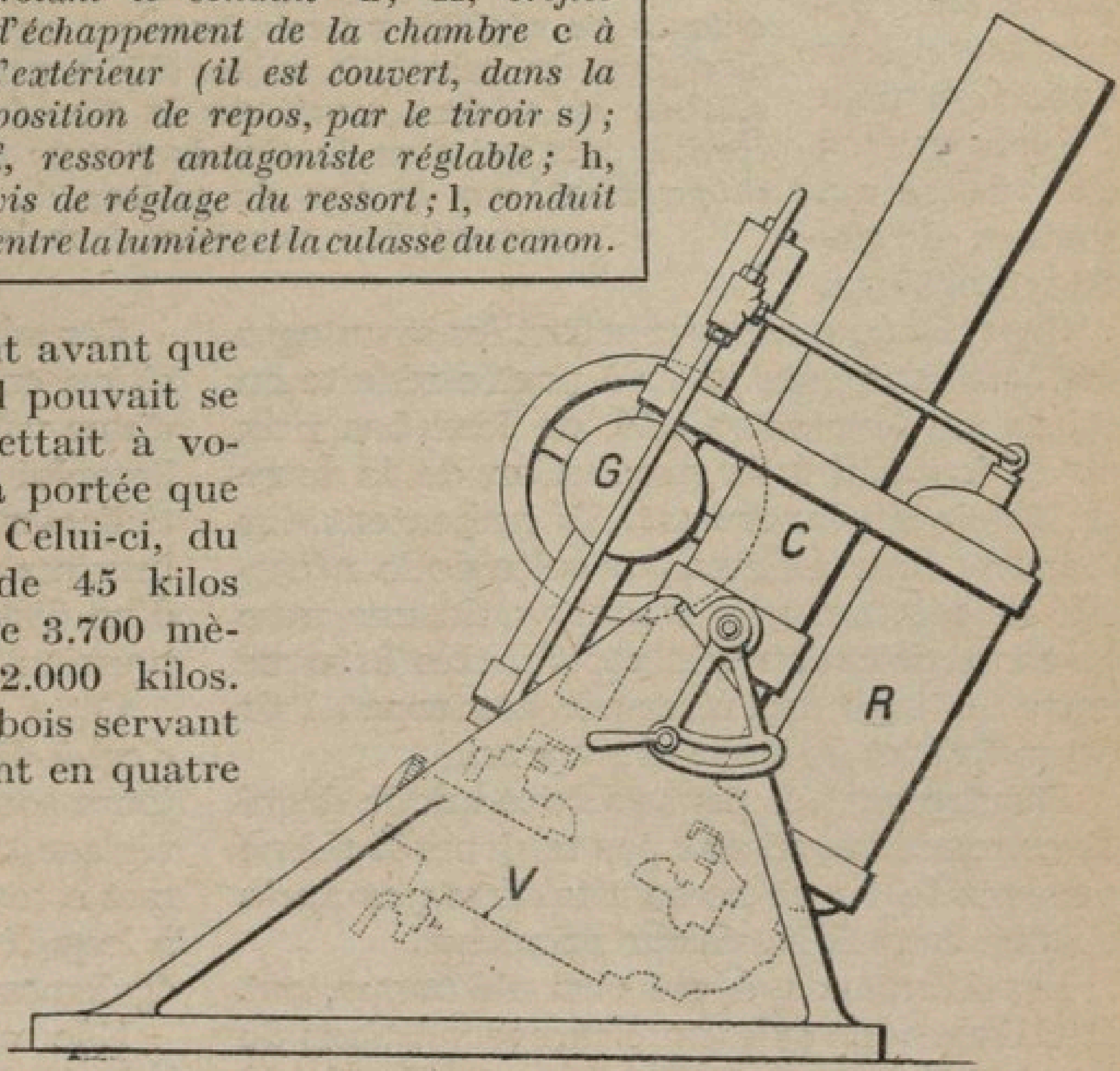
vier, se refermait automatiquement avant que le projectile fût sorti de l'arme. Il pouvait se régler, c'est-à-dire que l'on y admettait à volonté plus ou moins d'air selon la portée que l'on voulait donner au projectile. Celui-ci, du poids de 63 kilos, était chargé de 45 kilos d'explosif. La portée limite était de 3.700 mètres et le poids du canon de 2.000 kilos.

Essayé sur un vieux navire en bois servant de cible, il le détruisit complètement en quatre coups tirés à 1.700 mètres.

Un autre canon de même calibre et de même longueur, mais ayant une épaisseur de paroi de 16 mm, put lancer, avec une pression de 70 kilos par centimètre carré, un obus énorme, ou plutôt une sorte de torpille de 2 m. 60 de longueur.

L'affût, formé par une poutre armée, avait 17 mètres de longueur, soutenant le canon presque de bout en bout. Ceci était nécessaire à cause de la faible épaisseur des parois, ne présentant pas une résistance suffisante pour supporter l'effort du tir sans fléchir plus ou moins, ce qui eût nui considérablement à sa précision. La vitesse du tir était d'un coup par minute.

En présence du succès obtenu, qui était assurément très beau pour l'époque, le gouvernement américain commanda la construction d'un croiseur armé de plusieurs canons pneumatiques de 380 millimètres, lançant un obus contenant 273 kilos de gom-

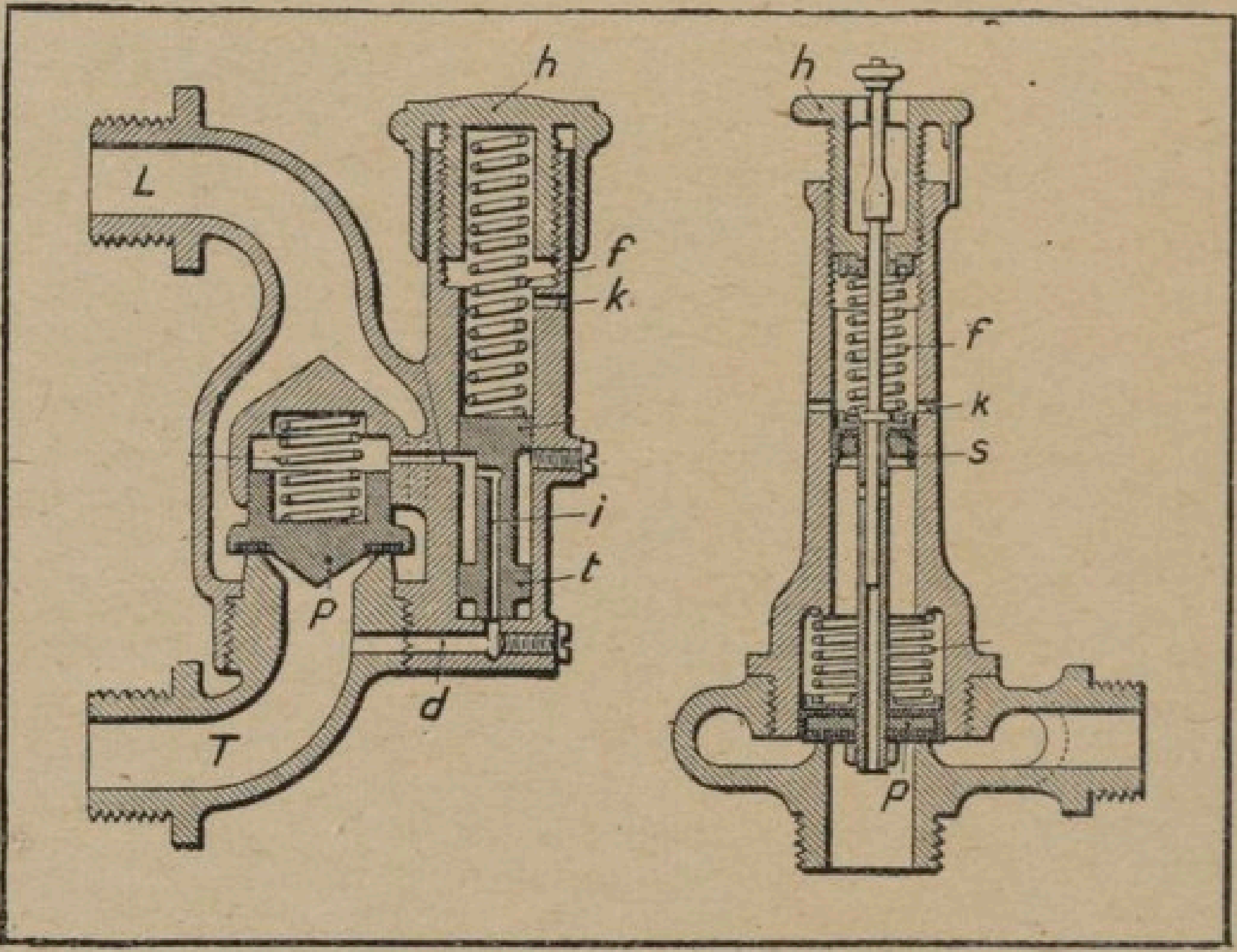


LE MÊME MORTIER DANS SA POSITION DE TIR

me explosive, et le gouvernement italien acquit bientôt une pièce de ce type pour en armer les fortifications de la Spézia.

Mais vint alors la découverte des poudres à combustion progressive, susceptibles de lancer, avec toute la sécurité désirable, les projectiles chargés des explosifs les plus puissants. Les canons pneumatiques devenaient alors sans objet, et ils tombèrent dans l'oubli.

Ils ont été repris actuellement, on l'a dit plus haut, pour garnir les tranchées, et tout un matériel nouveau a été créé dans ce but. L'air comprimé leur est fourni par des tubes d'acier semblables à ceux servant à transporter l'acide carbonique sous pression et que l'on apporte tout chargés, ou que nos braves soldats chargent eux-mêmes à l'aide d'une pompe à pneumatiques. Comme la portée qu'on leur demande n'est pas grande et ne dépasse généralement pas 250 à 300 mètres, on ne leur donne qu'une faible longueur; ce sont, en somme, de petits mortiers.



COUPES VERTICALES DE VARIANTES D'EXÉCUTION DE L'OBTURATEUR-DISTRIBUTEUR DU MORTIER PNEUMATIQUE A TIR AUTOMATIQUE

L, *lumière du canon ;* T, *tuyau de la valve ;* P, *piston ;* f, *ressort antagoniste réglable ou compensateur supplémentaire ;* h, *vis de réglage du ressort ;* k, *orifice d'échappement de la chambre ;* s, *tiroir cylindrique monté sur la tige du piston* P *;* i, *petit conduit pratiqué dans la tige du piston ;* t, *autre tiroir cylindrique monté sur la tige du piston ;* d, *petit conduit latéral amenant l'air comprimé dans la chambre.*

Cependant, quels que soient les avantages qu'ils offrent pour le tir à portée réduite en raison de leur simplicité, de leur bas prix et de la facilité de production de la force employée au lancement, ils présentent des inconvénients sérieux, par suite de la nécessité de réaliser, au moment voulu, une mise en communication très rapide, très brusque entre le tube ou réservoir contenant l'air comprimé et le tube du canon.

D'autre part, il peut se faire que le degré de compression ne soit pas toujours le même pendant le tir et ne se rétablisse pas après chaque coup à sa valeur primitive.

Les Allemands, à qui rien n'échappe, ont étudié ce canon et les meilleures conditions de son fonctionnement; ils se sont efforcés de remédier aux inconvénients signalés plus haut, et une de leurs revues militaires, la *Treffers militarische Zeitschrift*, a publié, il n'y a pas bien longtemps, la description, accompagnée de dessins et de légendes explicatives, du mortier à air comprimé de MM. Boileau et Debladis, à qui un brevet d'invention a été délivré l'an dernier.

Dans cet engin, le départ du projectile a lieu automatiquement, lorsque la pression de l'air (ou tout autre fluide) atteint une valeur définie, de sorte que plusieurs projectiles peuvent être envoyés successivement au même point sans modification de pointage, malgré des variations possibles de pression au réservoir. De plus, on peut faire varier à tout instant la pression à laquelle la communication est automatiquement établie entre le réservoir et le mortier, et ainsi le réglage du point de chute s'obtient sans aucune modification du pointage en hauteur et de l'angle de chute.

Ces résultats sont obtenus par l'interposition entre le réservoir d'air et le mortier d'une valve automatique réglable, basée sur l'emploi d'un obturateur équilibré ou partiellement compensé dont le déclanchement brusque est provoqué par le fonctionnement d'un distributeur actionné par ledit air sous pression. (Fig. page précédente et ci-dessus.)

Cette valve est à volonté automatique, c'est-à-dire qu'elle provoque l'admission, toujours sous la même pression d'air, pour un réglage déterminé ou réglable, car elle permet à tout instant de faire varier la pression à laquelle se produit l'admission. Elle peut également fonctionner à la main.

Elle est constituée par un obturateur principal permettant d'ouvrir ou de fermer

la communication entre le canon ou mortier et le réservoir d'air, et, par un système auxiliaire formé par un ou plusieurs organes d'équilibrage et de distribution dont le déplacement se produit automatiquement par la variation de pression de l'air, elle provoque, au moment où cette pression atteint une valeur convenable, l'ouverture brusque et automatique de l'obturateur principal.

Elle comporte de plus un organe de réglage permettant de faire varier à volonté, progressivement ou brusquement, la pression choisie pour l'ouverture de l'obturateur principal, et enfin un obturateur supplémentaire manœuvrable facilement à la main.

La valve se compose, en somme, d'une combinaison d'organes d'obturation et de distribution, tels que pistons, soupapes, clapets, tiroirs, etc., et de compensateurs de pression ayant pour effet essentiel de maintenir l'obturateur principal fermé, tant que la pression désirée n'est pas atteinte, et de provoquer un brusque déplacement, dès qu'elle est obtenue, tout en permettant de faire varier la pression utile suivant la portée que l'on veut obtenir pour le tir.

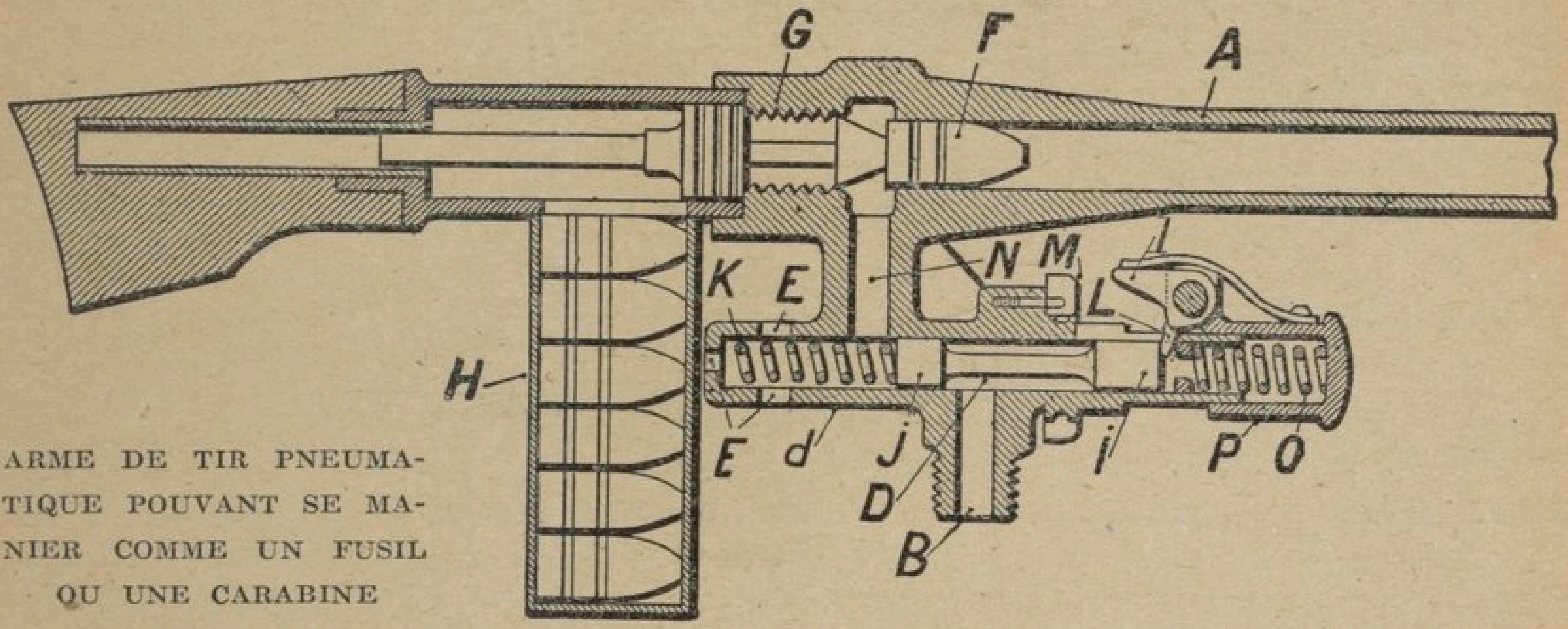
Le déplacement brusque de l'obturateur principal met en communication instantanée le réservoir à air comprimé avec l'âme du canon, et le projectile se trouve ainsi lancé dans des conditions remarquables de bonne portée et de précision.

Un ressort antagoniste ramène ensuite l'obturateur dans sa position primitive et le tir peut se continuer ainsi tant que l'alimentation en air comprimé est suffisante.

Voici de quelle façon fonctionne l'appareil :

L'air comprimé du réservoir exerce une pression sur un piston séparant celui-ci de la lumière du canon. Mais une partie de cet air, passant par un petit conduit latéral de la valve, va exercer une contre-pression sur la face opposée du piston, ou, ce qui revient au même, sur les faces opposées de deux petits tiroirs montés sur la tige du piston, en arrière de celui-ci. Il y a donc compensation, et, de plus, un ressort antagoniste, réglable, monté sur la tige du piston et en arrière, joue le rôle de compensateur supplémentaire. Le piston, que l'on appelle aussi l'obturateur principal (parce qu'il obture la lumière du canon) reste donc immobile; mais, quand la pression augmente, il est sollicité par une force plus ou moins compensée, suivant les proportions de l'appareil et son réglage, par la contre-pression exercée à l'arrière des tiroirs et par la tension du ressort antagoniste, et il se déplace, entraînant les tiroirs jusqu'au moment où l'un d'eux découvre l'orifice d'un petit canal d'échappement faisant communiquer la chambre où s'est formée la contre-pression (et aussi l'espace compris entre les deux tiroirs, lequel communique avec la chambre) avec l'extérieur; en même temps, il obture le petit conduit par lequel l'air arrivait dans la chambre pour faire contre-pression. Celle-ci cesse donc aussitôt, et le piston, n'éprouvant plus de résistance en arrière, est lancé violemment, découvrant brusquement la lumière à grand diamètre du canon. L'air comprimé s'y précipite et fait partir le projectile avec lequel il est chargé. (Fig. page 152).

Quand la pression dans le réservoir a



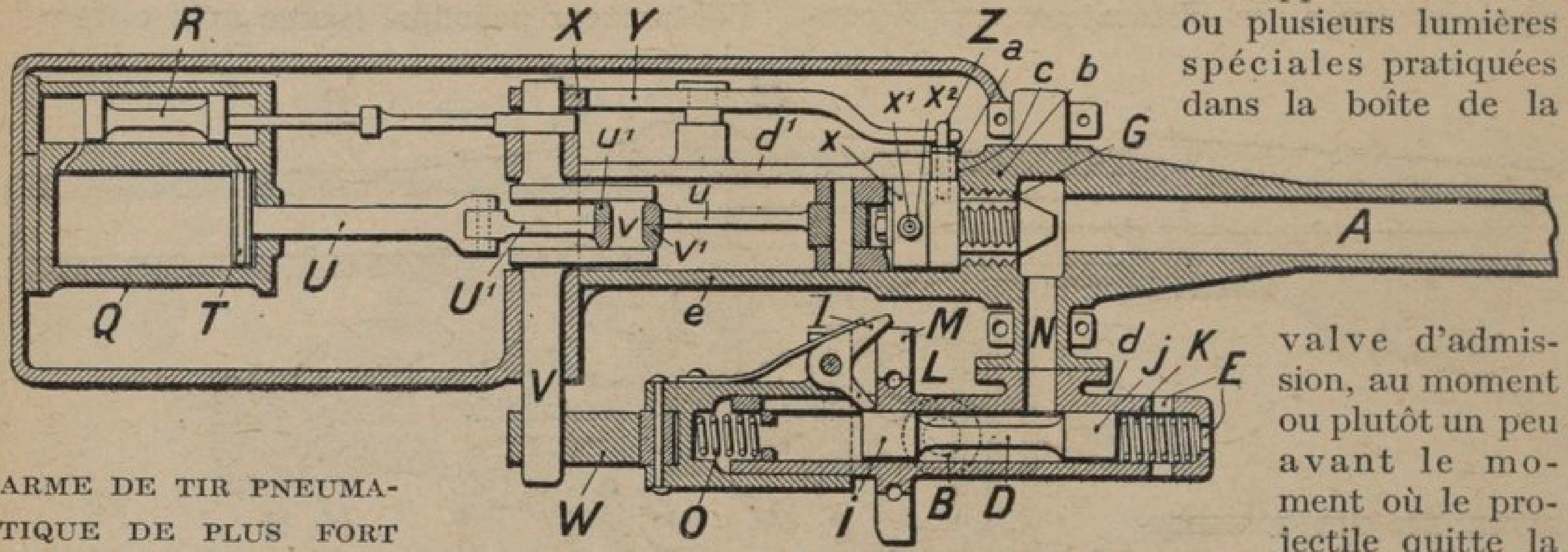
ARME DE TIR PNEUMATIQUE POUVANT SE MANIER COMME UN FUSIL OU UNE CARABINE

A, *canon de l'arme;* F, *projectile dans le canon;* G, *bloc de culasse;* H, *magasin des balles;* EE, *lumières dans la boîte* d *pour l'échappement de l'air à l'extérieur;* K, *ressort combiné avec la valve;* D, *valve d'admission de l'air;* I *et* J, *têtes de la valve;* B, *tuyau d'arrivée de l'air comprimé;* M, *came fixe;* N, *lumière de la culasse;* l, *partie saillante de la détente* L; O, *ressort antagoniste de la détente* L; P, *douille renfermant le ressort antagoniste de la détente.*

cessé, le piston est ramené à sa position initiale par le ressort antagoniste, le réservoir est rechargé par la pompe à air, et le tir se continue à volonté, extrêmement précis.

Suivant la compression initiale du ressort antagoniste, le mouvement du piston et des tiroirs est plus ou moins retardé, et il en résulte que la lumière du canon est découverte pour une pression différente.

La revue allemande que nous avons nommée plus haut donne encore la description d'une arme pneumatique (fusil ou



ARME DE TIR PNEUMATIQUE DE PLUS FORT CALIBRE QUE LA PRÉCÉDENTE ET SE MANIANT COMME UN CANON

A, *canon de l'arme;* B, *tuyau d'arrivée de l'air comprimé;* D, *valve d'admission de l'air;* d, *boîte de la valve d'admission;* E, *lumière dans la boîte* d *pour l'échappement de l'air à l'extérieur;* G, *bloc de culasse;* I *et* J, *têtes de la valve;* K, *ressort combiné avec la valve;* L, *détente articulée à ressort;* l, *partie saillante de la détente* L*;* M, *came fixe;* N, *lumière de la culasse;* O, *ressort antagoniste de la détente* L*;* Q, *moteur;* R, *tiroir;* T, *piston;* UU^1, *tiges reliant le piston à l'arbre coudé* V ; u^1, *maneton de l'arbre* V ; W, *came de l'arbre actionnant la douille (voir la figure de la page précédente);* v', *chape du maneton;* X, *came sur l'arbre coudé contrôlant l'ouverture du bloc de culasse par un levier à deux bras* Y *et une goupille en saillie* Z, *de façon à la faire sortir d'une fente transversale* a *dans la boîte de culasse* b ; c, *galet de la saillie* Z ; d^1, *fente longitudinale dans un prolongement postérieur* e *de la boîte de culasse;* x, *boîte disposée à l'arrière du bloc de culasse;* u, *tige de connexion;* x^1, *goupille et son galet* x^2.

canon), inventée par John Holloway et patentée en Angleterre, en Allemagne et en France en 1913. Elle est adaptée à l'usage des tireurs en aéroplane et en ballon dirigeable, et elle se caractérise très avantageusement par la suppression plus ou moins complète du recul au moment du tir.

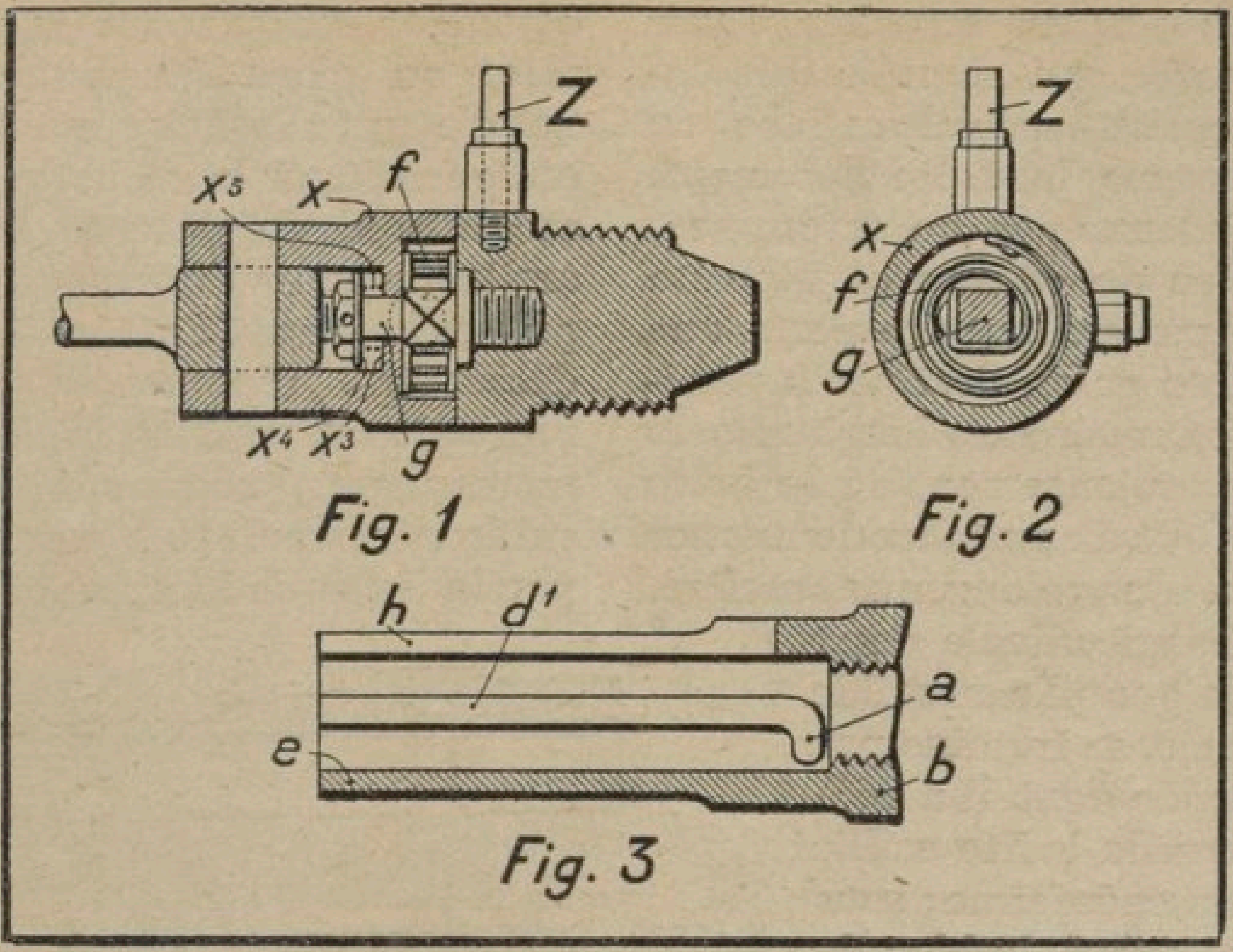
Il en existe deux modèles : l'un est destiné à être manié comme un fusil ou une carabine, et l'autre comme une pièce d'artillerie pour lancer des projectiles lourds. Ils sont reliés par les moyens ordinaires à un réservoir d'air comprimé installé sur l'appareil aérien, et qui peut se charger au moyen d'un petit compresseur actionné par le moteur de propulsion ou par une machine spéciale. Le canon peut être monté à pivot sur le réservoir, ainsi que le montre la figure de la page 155, de sorte que l'air emmagasiné pour décharger le projectile communique directement avec la valve d'admission de l'arme, ce qui est un perfectionnement.

Le moyen employé pour supprimer ou au moins diminuer dans de fortes proportions le recul ou le choc au moment de la décharge, consiste à faire échapper, au moins partiellement, l'air comprimé admis dans le canon de l'arme pour effectuer le tir, à travers une lumière commune pour l'admission et pour l'échappement, et une ou plusieurs lumières spéciales pratiquées dans la boîte de la valve d'admission, au moment ou plutôt un peu avant le moment où le projectile quitte la bouche du canon. En d'autres termes, l'air comprimé, au lieu de sortir complètement du canon de l'arme par la bouche, à la suite du projectile qu'il lance, comme cela se passe ordinairement, s'échappe en partie par l'arrière en passant par des lumières qui se découvrent à l'instant précis où le projectile est sur le point d'être lancé dans l'espace. Le recul, ou réaction du tir, si nuisible à bord des appareils aériens (surtout lorsqu'il provient d'un canon d'un certain calibre) dont il peut compromettre la stabilité, s'atténue ainsi, mais au prix, on le comprendra aisément, d'une certaine perte d'énergie.

Au reste, voici comment fonctionne l'engin :

Dans une boîte située sous la culasse peut se déplacer une valve comprenant deux têtes réunies de façon à former avec les parois de ladite boîte un espace annulaire destiné à recevoir l'air comprimé provenant du réservoir par la tubulure d'admission ; cette valve est combinée avec un ressort qu'elle

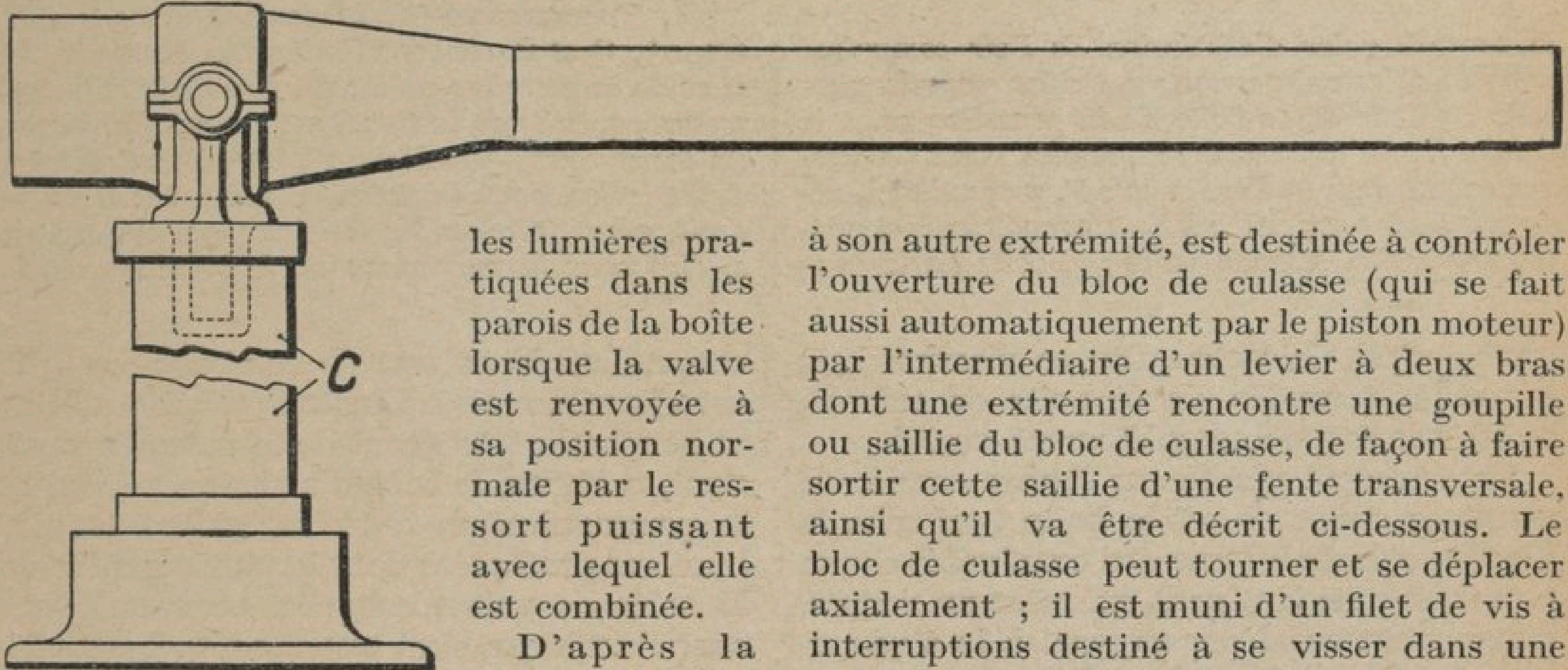
comprime lorsqu'elle se déplace par rapport à ladite tubulure ou entrée d'air, et en même temps par rapport à la lumière conduisant à la culasse, en vue de permettre à l'air de pénétrer dans cette dernière.



DÉTAILS DE CONSTRUCTION DE L'ARME REPRÉSENTÉE A LA PAGE PRÉCÉDENTE

Fig. 1 et 2 : bloc de culasse, boîte à l'arrière de ce bloc et partie de la tige de connexion. — f, *ressort spiral ;* g, *tige fixée au bloc de culasse et le joignant à la boîte placée à l'arrière ;* Z, *goupille en saillie ;* x^3 *et* x^4, *butées ;* x^5, *ressort entre les butées.* — *Fig. 3 : boîte de culasse* b *et son prolongement postérieur creux* e ; a, *fente transversale ;* d^1 *et* h, *fentes longitudinales.*

Le mouvement de la valve s'effectue au moyen d'une détente articulée à ressort, munie d'une partie saillante destinée à rencontrer une came fixe, de façon à faire monter, en tournant, la détente jusqu'à ce que celle-ci quitte la tête de valve ; les gaz d'échappement de la culasse peuvent sortir par là ou les lumières pratiquées dans les parois de la boîte lorsque la valve est renvoyée à sa position normale par le ressort puissant avec lequel elle est combinée.



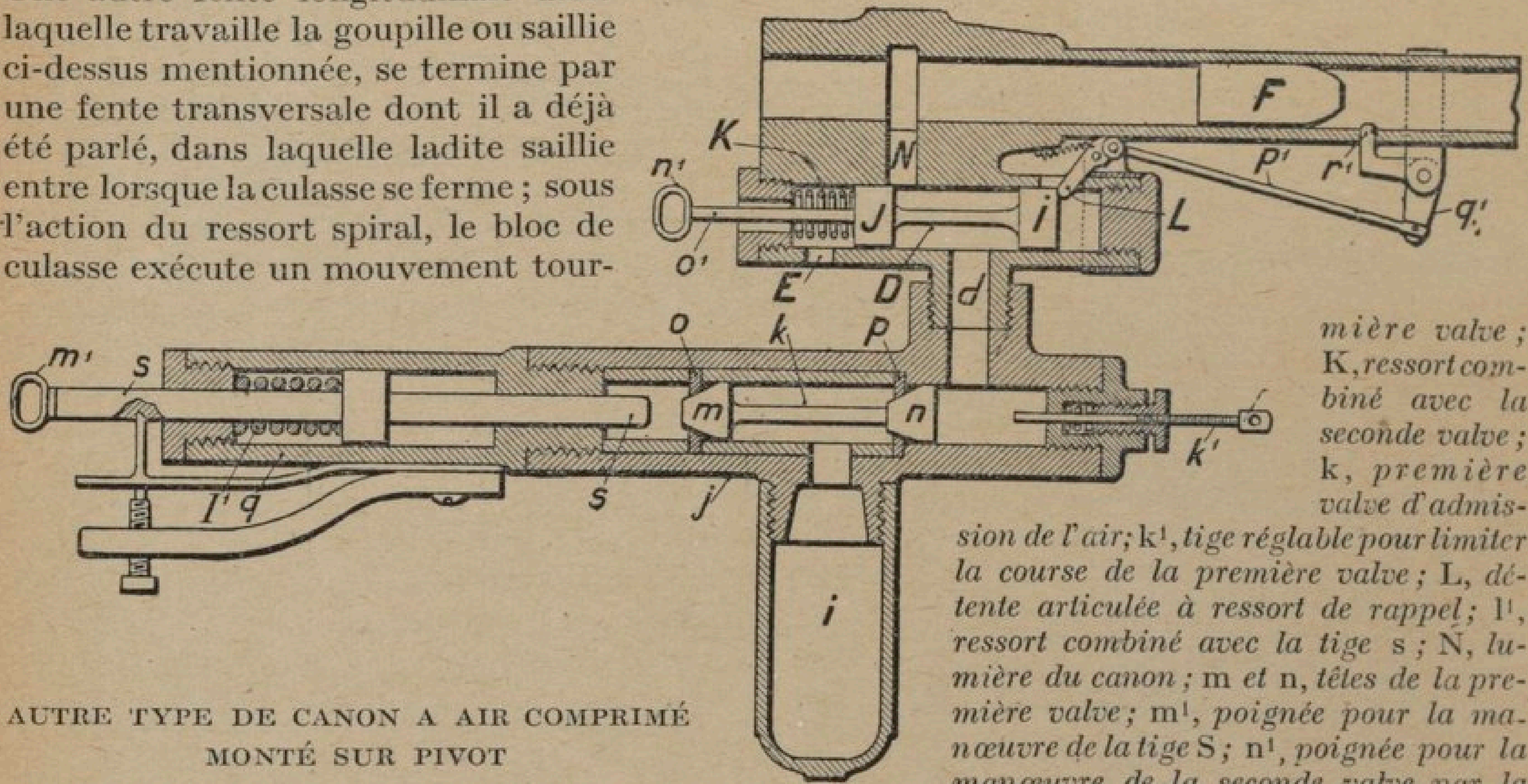
CANON MONTÉ A PIVOT SUR LE RÉSERVOIR C D'AIR COMPRIMÉ

D'après la construction (fusil), on peut déplacer la détente en comprimant un ressort antagoniste à l'aide d'une pression de la main exercée sur la douille qui le contient ; de cette façon, on fait reculer la valve, et l'air comprimé entre alors dans la culasse. Dans un autre système, la détente est actionnée automatiquement en vue du déplacement de la valve, au moyen d'un moteur à tiroir et à piston ; ledit piston est, par des tiges, relié au maneton d'un arbre coudé, lequel porte une came qui actionne un manchon ou douille par l'intermédiaire d'un galet que porte cette douille ; en la déplaçant, la came comprime encore ici un ressort antagoniste. L'extrémité de l'une des tiges du piston est solidement attachée au maneton de l'arbre coudé au moyen d'une chape de boulons.

Une autre came, portée par l'arbre coudé à son autre extrémité, est destinée à contrôler l'ouverture du bloc de culasse (qui se fait aussi automatiquement par le piston moteur) par l'intermédiaire d'un levier à deux bras dont une extrémité rencontre une goupille ou saillie du bloc de culasse, de façon à faire sortir cette saillie d'une fente transversale, ainsi qu'il va être décrit ci-dessous. Le bloc de culasse peut tourner et se déplacer axialement ; il est muni d'un filet de vis à interruptions destiné à se visser dans une partie taraudée à interruptions correspondantes de la boîte de culasse. Il est, de plus, par l'intermédiaire d'une boîte munie d'une partie fourchue, relié à l'une des extrémités d'une tige de connexion dont l'autre extrémité est attachée, à chape et à boulons, au maneton de l'arbre coudé ; ledit bloc peut tourner contre l'action d'un ressort spiral qui est logé dans la boîte et dont une extrémité est fixée à cette

boîte tandis que l'autre est attachée à une tige de section carrée, qui se relie directement par un dispositif spécial au bloc de culasse et qui traverse la boîte librement.

Cette tige, maintenue par un écrou, sert à assembler le bloc de culasse et la boîte dont on vient de parler, laquelle porte une goupille, munie d'un galet, destinée à pénétrer dans une fente supérieure longitudinale pratiquée dans le prolongement de la boîte de culasse, dans le but d'empêcher de tourner la boîte placée dans son prolongement arrière. Une autre fente longitudinale dans laquelle travaille la goupille ou saillie ci-dessus mentionnée, se termine par une fente transversale dont il a déjà été parlé, dans laquelle ladite saillie entre lorsque la culasse se ferme ; sous l'action du ressort spiral, le bloc de culasse exécute un mouvement tournant partiel, de sorte qu'en se vissant dans la partie taraudée de la boîte de culasse, ce bloc se trouve complétement arrêté.



AUTRE TYPE DE CANON A AIR COMPRIMÉ MONTÉ SUR PIVOT

D, *seconde valve d'admission de l'air comprimé dans la culasse du canon; d, orifice pour le passage de l'air de la boîte de la première valve* k *dans celle de la seconde;* E, *orifice pour l'échappement de l'air à l'extérieur;* F, *projectile;* i, *réservoir d'air comprimé;* I J, *têtes antérieure et postérieure de la seconde valve ;* j, *boîte de la première valve ;* K, *ressort combiné avec la seconde valve ;* k, *première valve d'admission de l'air;* k¹, *tige réglable pour limiter la course de la première valve ;* L, *détente articulée à ressort de rappel;* l¹, *ressort combiné avec la tige* s ; N, *lumière du canon ;* m *et* n, *têtes de la première valve;* m¹, *poignée pour la manœuvre de la tige* S ; n¹, *poignée pour la manœuvre de la seconde valve par la tige* o¹ ; O *et* P, *cloisons limitant la course en arrière de la première valve;* p¹, *tige de la détente à ressort ;* q, *boîte de la tige* S ; q¹ *branche inférieure du levier coudé au chien ;* r¹, *branche supérieure dudit levier, dont l'extrémité, recourbée à angle droit, vient faire saillie à l'intérieur du canon;* s, *tige pour la manœuvre de la première valve.*

La came est placée sur l'arbre coudé, en avant du maneton, et la boîte (qui relie le bloc de culasse à l'une des extrémités d'une tige de connexion) peut exécuter un certain mouvement axial par rapport à la tige qui se rattache au bloc de culasse et traverse librement ladite boîte, grâce à des butées espacées, entre lesquelles on a intercalé un ressort ; on est donc sûr que le galet (de la goupille ou saillie ci-dessus mentionnée) se retire de la fente transversale avant l'ouverture de la culasse. Le bloc de culasse est disposé de façon à pouvoir être mu à la main.

L'examen de la figure que nous publions à la page 153 fait suffisamment comprendre comment l'on procède pour le tir : après la mise en place du premier projectile, on appuie avec le doigt sur la douille, comme on le ferait sur la gâchette d'un fusil, et le mécanisme de détente lance la valve en arrière avec une force suffisante pour comprimer le ressort antagoniste ; celui-ci, en se détendant, repousse la valve et lui fait reprendre sa position initiale ; entre les deux mouvements, une quantité d'air comprimé suffisante pour lancer le projectile a pu passer par la boîte de la valve et par la lumière du canon dans la culasse de celui-ci ; la balle est chassée, mais à l'instant où elle atteint la bouche, la tête avant de la valve en revenant, a obturé le tube d'arrivée de l'air, et la communication entre la culasse et les lumières pratiquées dans la partie arrière de la boîte de valve, lesquelles communiquent avec l'extérieur, s'est trouvée rétablie. L'air, qui n'est alors que partiellement décomprimé, prend donc, au moins en partie, ce chemin pour achever de se détendre et s'échapper, et c'est ainsi que le recul se trouve, sinon supprimé, du moins notablement diminué.

L'appareil représenté par la figure ci-dessus est une variante, d'une construction plus compliquée, et dont la description détaillée nous entraînerait beaucoup trop loin.

Clément Casciani.

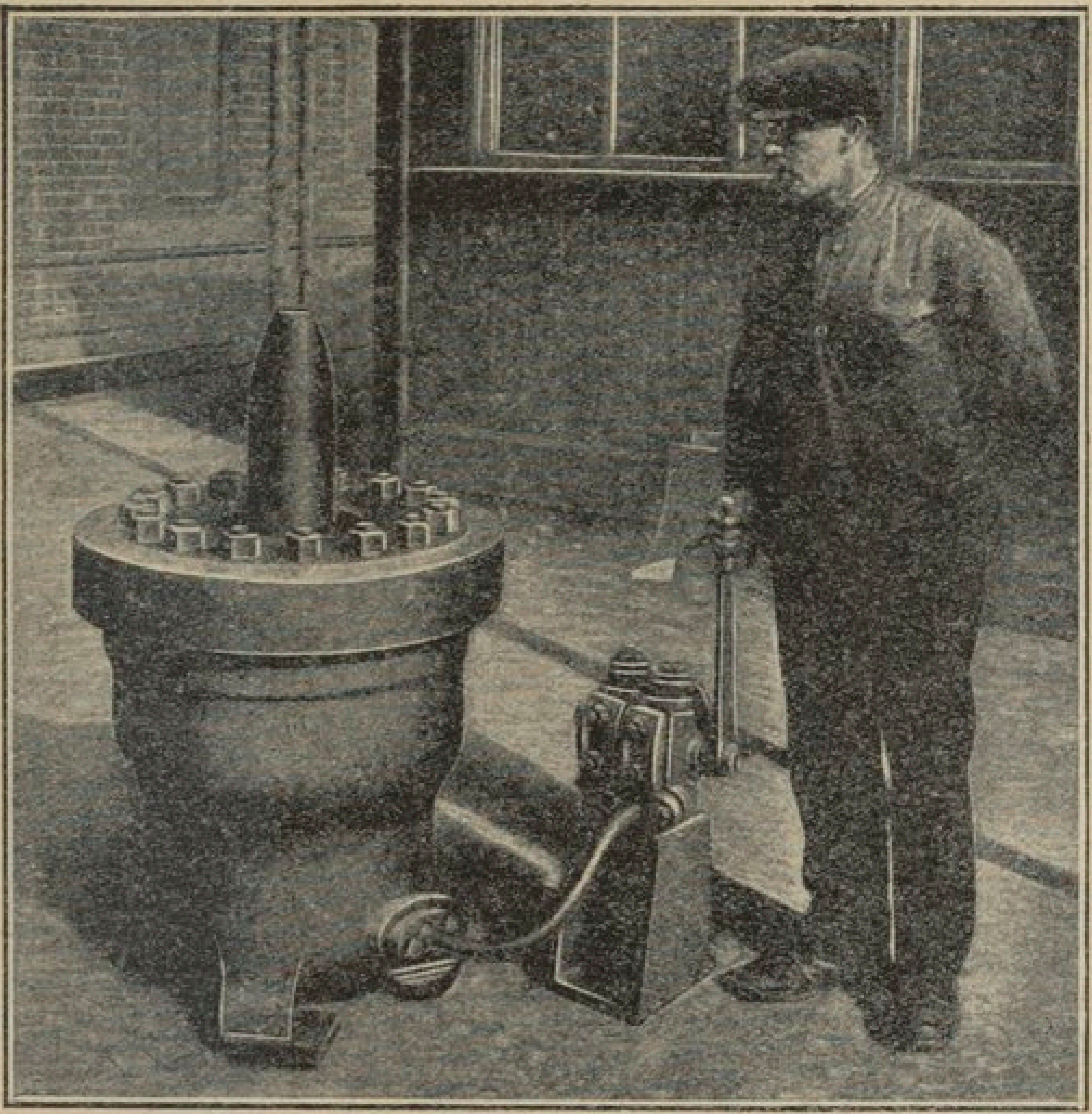
COMMENT ON FIXE AU CORPS DE L'OBUS SA CEINTURE DE CUIVRE

Par Jean DUMUR

Le forcement du projectile, rendu nécessaire par l'adoption du chargement par la culasse pour tous les canons rayés, a permis d'obtenir de nombreux avantages, notamment en ce qui concerne l'augmentation de la portée et de la justesse du tir.

La balle de fusil, exécutée en un métal relativement mou, a exactement le diamètre de l'âme entre les cloisons. Elle augmente de diamètre et pénètre entre les rayures qu'elle remplit complètement, car leur profondeur n'est que d'un quart de millimètre. Guidée par ces rayures, dont le pas constant est assez faible, la balle prend autour de son axe de figure un rapide mouvement de rotation qu'elle conserve à sa sortie de l'arme et qui assure la régularité parfaite de sa marche dans l'air.

Il n'en est pas de même pour les projectiles d'artillerie, qui sont en métal dur, fonte ou acier. On a d'abord essayé d'obtenir le forcement en recouvrant les projectiles d'une chemise de plomb, depuis la naissance de l'ogive jusque vers le culot. Au moment du tir, les cloisons pénètrent dans la chemise en plomb, entament le métal et le refoulent dans les rainures en produisant ainsi le forcement tant recherché.



OUVRIER FAISANT FONCTIONNER LA PRESSE A CEINTURER LES OBUS

Comme on le voit, l'opération s'effectue ici d'une manière très simple, en comprimant, au moyen d'une petite pompe à main, la quantité d'eau nécessaire.

Pour les pièces modernes à grande vitesse initiale, l'enveloppe de plomb fonctionne médiocrement sous les énormes pressions que supporte le projectile. On a donc cherché un métal plus résistant et une forme de chemise permettant l'emploi de la rayure progressive reconnue indispensable pour l'obtension des grandes vitesses initiales.

On a ainsi remplacé la chemise de plomb par une simple ceinture de cuivre rouge encastrée dans le métal même de l'obus, vers sa partie postérieure, et possédant un diamètre supérieur de quelques dixièmes de millimètre à celui de l'âme mesuré au fond des rayures. Lorsque le projectile se met en mouvement, la ceinture, large d'environ un centimètre, est entamée par l'acier des cloisons et il se trouve ainsi guidé de manière à avancer en tournant autour de son axe.

La fabrication actuelle des obus de tous calibres porte sur des millions d'unités et la pose des ceintures de cuivre a fait l'objet d'études approfondies qui ont amené la création d'un outillage spécial, très ingénieux, permettant de l'obtenir mécaniquement en un laps de temps très court.

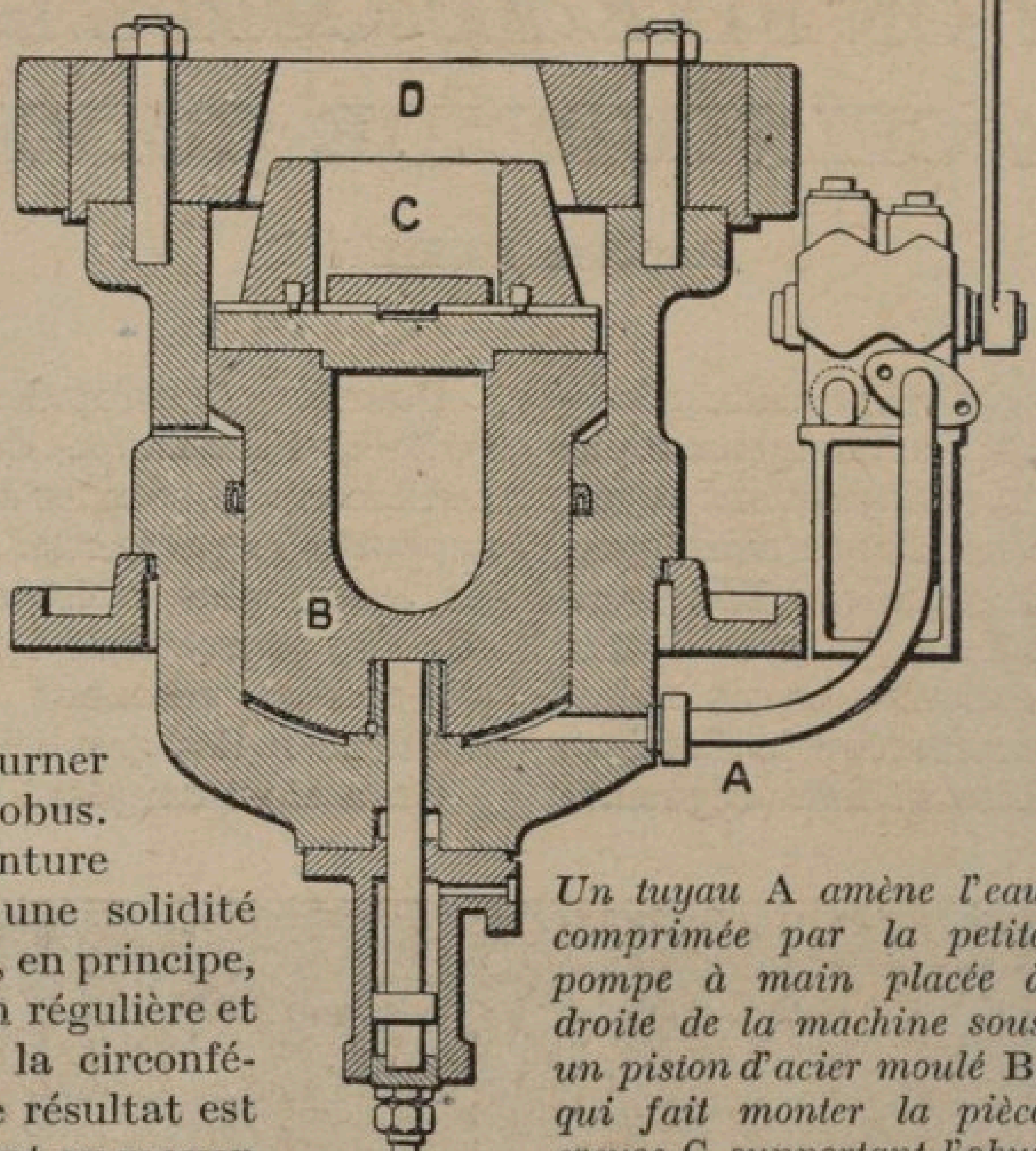
En général, les ceintures sont découpées

dans des tubes de cuivre étirés ou obtenus par électrolyse, au moyen d'un tour à fileter ou d'un tour-revolver. On procède ensuite à la mise en place de la ceinture en l'encastrant dans la rainure pratiquée à cet effet et dont le fond est généralement strié de manière à empêcher que l'anneau de cuivre puisse tourner autour du corps de l'obus.

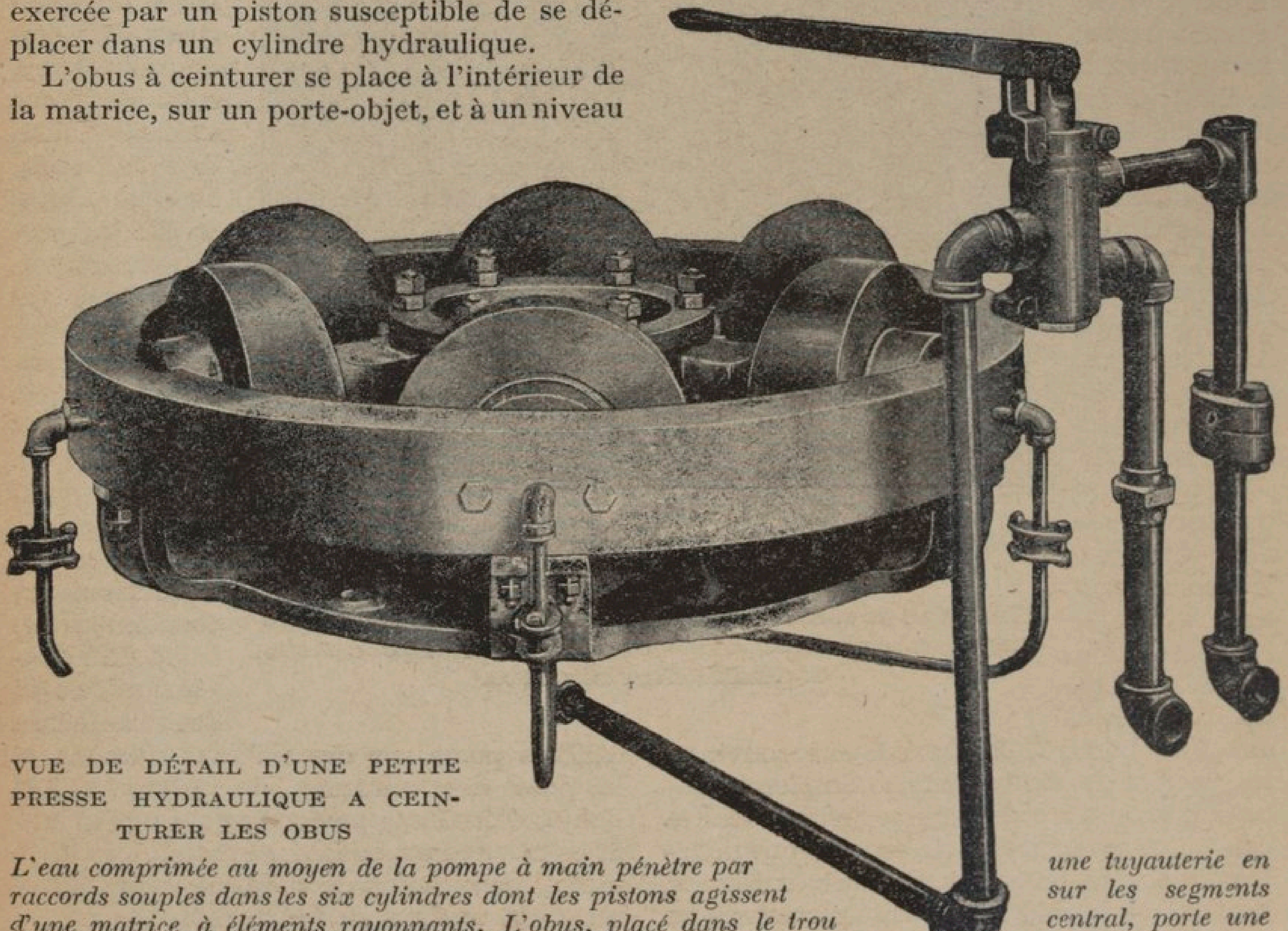
Pour poser la ceinture rapidement et avec une solidité absolue, il suffit donc, en principe, d'exercer une pression régulière et énergique sur toute la circonférence de l'anneau. Ce résultat est obtenu très simplement au moyen d'une matrice circulaire formée de six éléments indépendants qui reçoivent chacun une poussée concentrique exercée par un piston susceptible de se déplacer dans un cylindre hydraulique.

L'obus à ceinturer se place à l'intérieur de la matrice, sur un porte-objet, et à un niveau tel que l'anneau, introduit à l'avance dans la machine, se trouve juste à la hauteur voulue pour pénétrer avec précision dans la rainure du projectile. Il suffit alors de manœuvrer une valve pour que l'eau, comprimée par une petite pompe à main ou par une machine, pousse les pistons de commande des éléments de la matrice. L'anneau de cuivre ainsi comprimé s'incruste dans la rainure d'une manière définitive et ne peut plus en être arraché. En pratique, l'opération s'exécute en deux coups

COUPE D'UNE PETITE PRESSE A CEINTURER LES OBUS, DE MM. BABCOCK ET WILCOX



Un tuyau A *amène l'eau comprimée par la petite pompe à main placée à droite de la machine sous un piston d'acier moulé* B, *qui fait monter la pièce creuse* C, *supportant l'obus à ceinturer à l'intérieur de la matrice* D.



VUE DE DÉTAIL D'UNE PETITE PRESSE HYDRAULIQUE A CEINTURER LES OBUS

L'eau comprimée au moyen de la pompe à main pénètre par une tuyauterie en raccords souples dans les six cylindres dont les pistons agissent sur les segments d'une matrice à éléments rayonnants. L'obus, placé dans le trou central, porte une rainure dans laquelle les segments de la matrice refoulent la ceinture du cuivre.

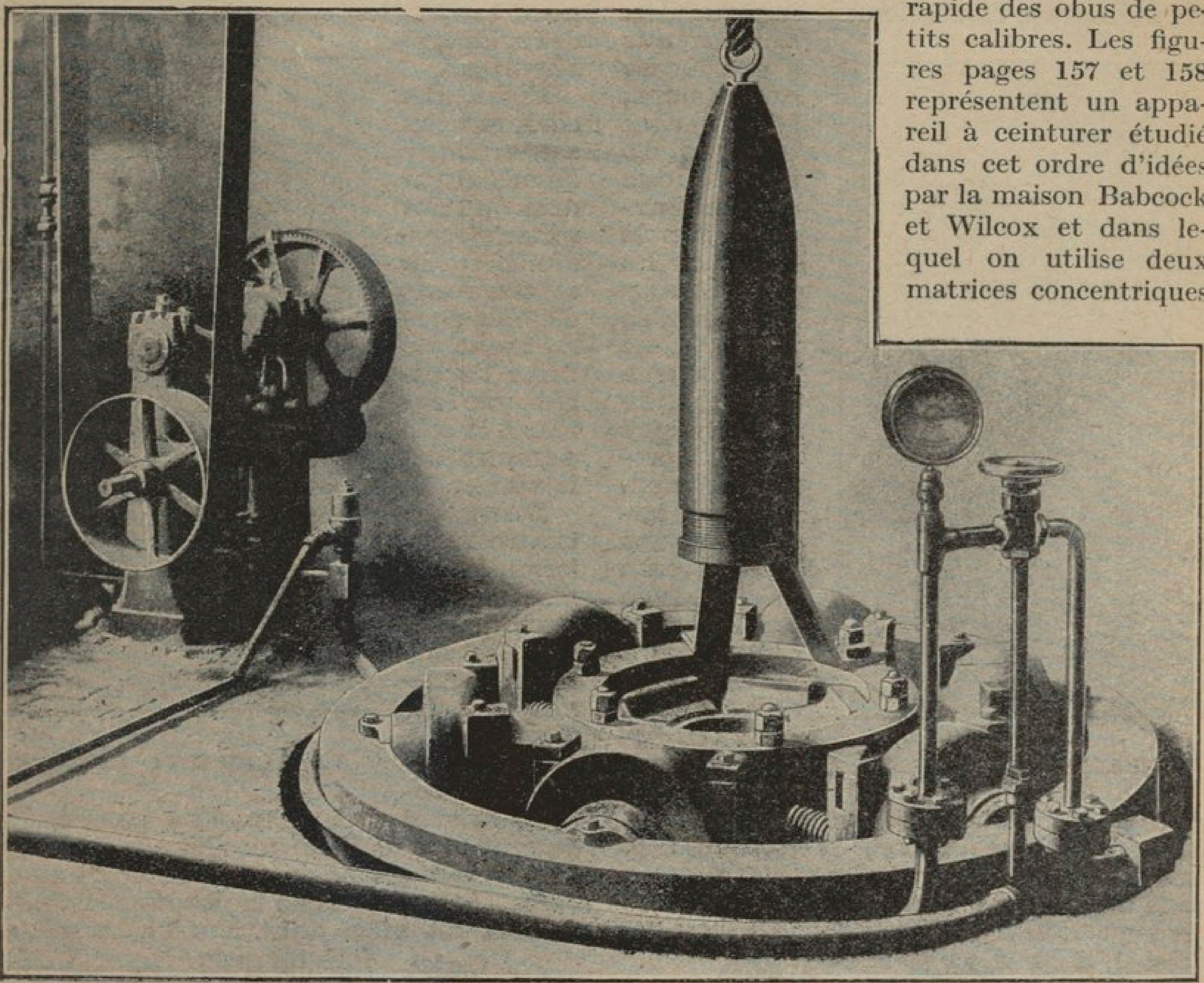
de presse entre lesquels on imprime au plateau porte-objet un demi-tour afin de comprimer le cuivre de la ceinture d'une manière aussi régulière que possible, à l'intérieur de la rainure. La figure ci-dessous et la précédente représentent deux presses à ceinturer de ce système l'une avec pompe à main pour petits obus, et l'autre actionnée mécaniquement pour projectiles de gros calibres. Dans ce dernier cas, le projectile à ceinturer, suspendu par un anneau, est amené au moyen d'un pont roulant au-dessus du trou de la machine à ceinturer ; un guide formé d'un segment de tôle fixé sur deux supports sert à centrer rapidement la pièce pour permettre son introduction rapide dans l'appareil.

Le débit d'une semblable presse atteint et peut même dépasser cent vingt obus par minute pour les calibres moyens. La pression exercée correspond à environ 30.000 kilos par cylindre, soit au total 180 tonnes pour une machine à six cylindres.

Certains constructeurs ont reconnu que l'emploi d'une presse puissante, avec matrice sectionnée en plusieurs éléments, était inutile pour le ceinturage rapide des obus de petits calibres. Les figures pages 157 et 158 représentent un appareil à ceinturer étudié dans cet ordre d'idées par la maison Babcock et Wilcox et dans lequel on utilise deux matrices concentriques établies d'une seule pièce et fournissant un travail extrêmement rapide et bien fait.

Un tuyau amène l'eau comprimée par une petite pompe à main placée à droite de la machine sous un piston d'acier moulé qui fait monter une pièce creuse servant en même temps de porte-objet à l'intérieur de la matrice. La ceinture de cuivre se trouve ainsi refoulée d'une manière très simple à l'intérieur de la rainure de l'obus.

Jean Dumur.



PRESSE A CEINTURER LES OBUS DE 305 A 405 MILLIMÈTRES

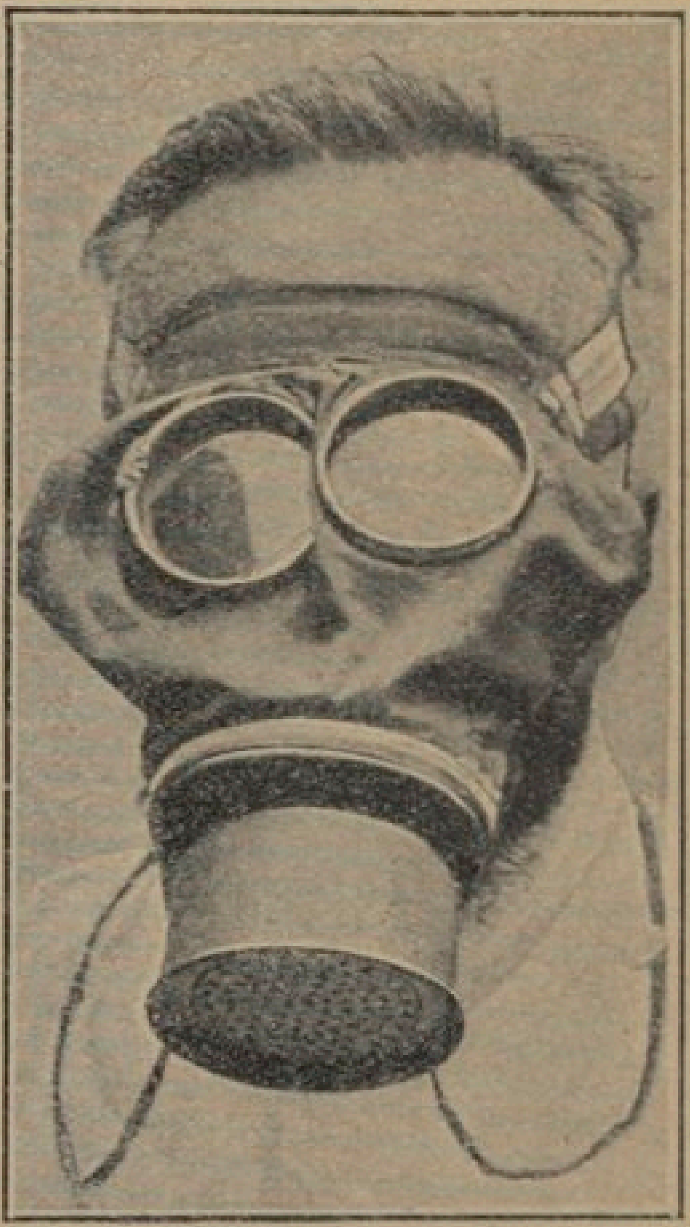
Le projectile, supporté par un anneau accroché à la chaîne d'une grue, est guidé vers une matrice creuse divisée, comme dans la machine reproduite à la page précédente, en six segments et à l'intérieur de laquelle est déposée à l'avance la ceinture de cuivre qu'il s'agit de mettre en place. Cette dernière s'incruste dans la rainure circulaire du corps d'obus quand elle subit la pression extérieure des segments de la matrice que poussent les pistons des six cylindres hydrauliques horizontaux disposés autour d'elle.

LE NOUVEAU MASQUE ALLEMAND

Tous les soldats allemands sont actuellement possesseurs d'un appareil protecteur contre les gaz asphyxiants. Il consiste en un masque en tissu caoutchouté souple et absolument imperméable. Le contour s'applique exactement, grâce aux bandes de caoutchouc qui le bordent, sur le front, sur les joues et sous le menton, de façon à ne laisser aucun interstice, le plus léger soit-il. Ce protecteur montre deux larges disques transparents en acétate de cellulose et qui servent à la vision. Ils sont sertis dans des bagues d'aluminium fixées au tissu de caoutchouc avec un soin suffisant pour que l'étanchéité soit absolue. Au-dessous, une plaque, placée à la hauteur de la bouche, présente une ouverture filetée sur laquelle se visse le tambour respiratoire. Celui-ci, dont la forme rappelle celle d'une cloche aplatie, est fermé à ses bases par deux toiles métalliques très fines, tandis que sa plus grande ouverture est clôturée en outre par une plaque percée de nombreux trous. Le tambour renferme les produits neutralisateurs qui consistent en un mélange de charbon, de carbonate de soude et d'urotropine. Le charbon granulé est obtenu par la calcination de bois spéciaux. Il a un pouvoir absorbant considérable. Le carbonate de soude sert à détruire ou mieux à fixer une partie des composés chlorés. L'urotropine est utilisée pour arrêter les composés gazeux dérivés de l'acide cyanhydrique.

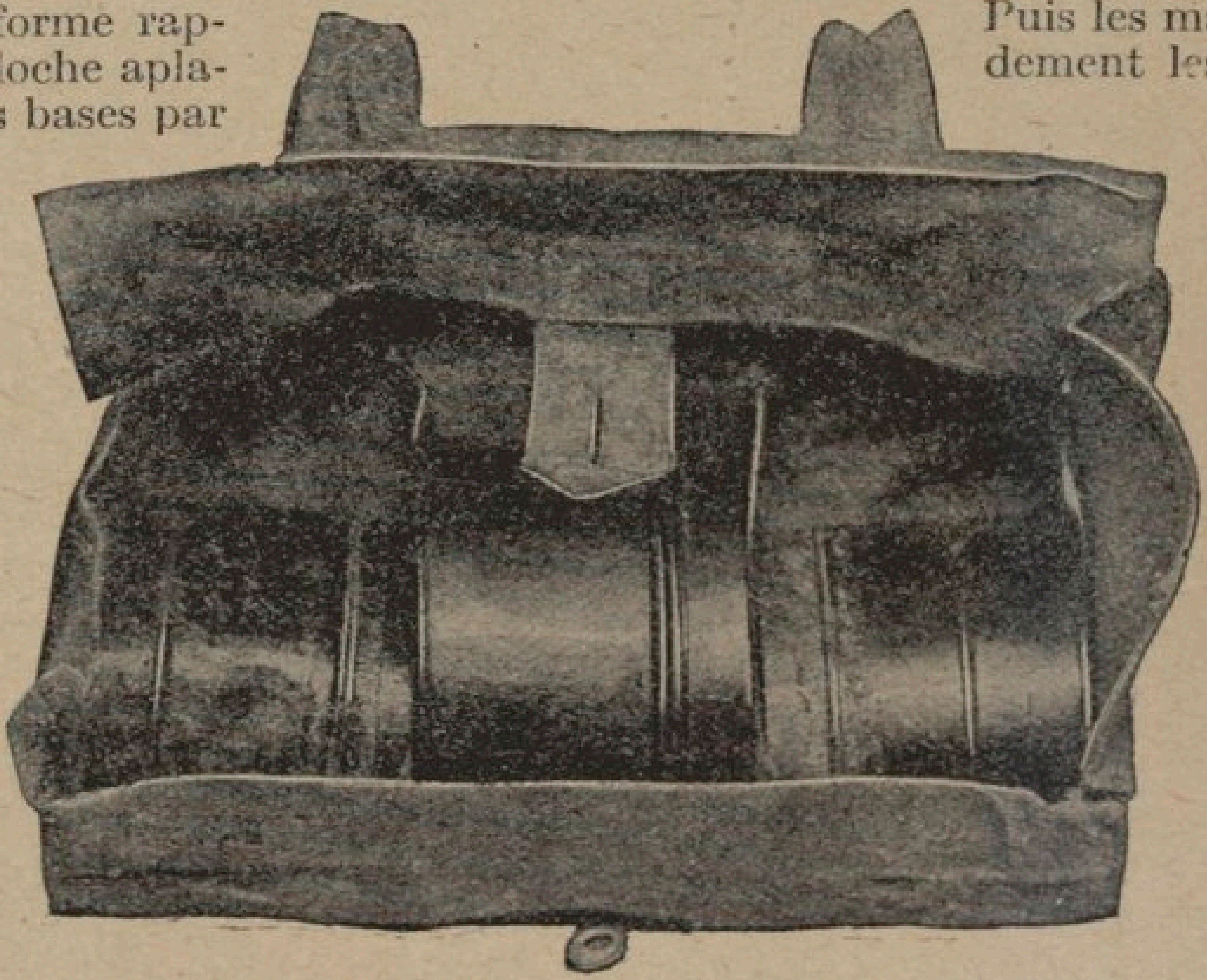
VU DE TROIS QUARTS

Enfin, des cordons reliés au masque lui-même par deux petits ressorts à boudin accouplés et recouverts d'étoffe permettent de fixer l'appareil protecteur très solidement sur le visage.



LE MASQUE VU DE FACE

Dans les tranchées, lorsqu'il y a menace d'attaque par les gaz, les fantassins ennemis sont tenus de préparer leur appareil protecteur, suivant une instruction précise. Ils doivent tout d'abord introduire le tambour dans l'embouchure du masque, après avoir humecté l'extrémité de la vis du protecteur. Celui-ci est vissé aussi fort que possible. Puis les mains tiennent solidement les cordons reliés au masque par les ressorts à boudin, tandis que le menton est enfoncé profondément dans l'appareil; les cordons sont alors tirés jusqu'au sommet de la tête. Le masque est bien en place si la manœuvre a été effectuée convenablement. Il protège celui qui le porte pendant environ cinq heures; il y a là un progrès sur les anciens appareils.



LE MASQUE REPLIÉ DANS SON SAC SPÉCIAL

LUNETTE DE SÉCURITÉ POUR BOUCLIER D'ARMES ET DE TRANCHÉES ET CHEVALET DE TIR PERFECTIONNÉ

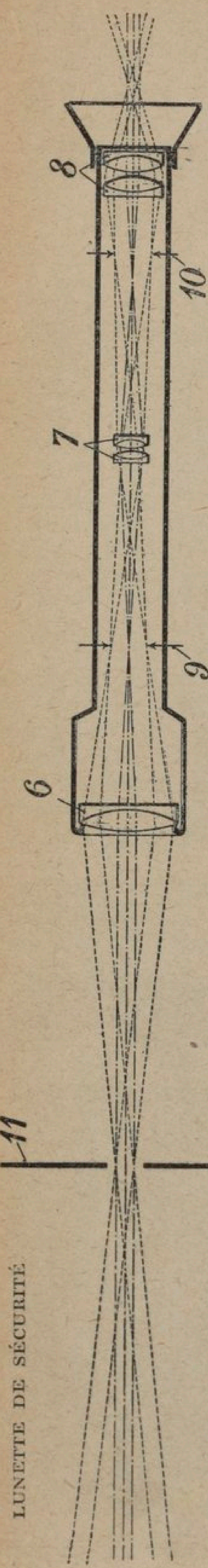
Les boucliers dont sont munies les mitrailleuses et ceux qui garnissent les tranchées pour protéger les hommes contre le tir de l'ennemi portent, on le sait, une ouverture, dite d'observation, différente de celle pour le passage du canon de l'arme et pour la visée ; cette ouverture doit être aussi petite que possible afin d'offrir le minimum de surface au passage des balles de l'adversaire, mais, cependant, elle doit avoir un diamètre suffisant pour que l'observateur puisse, d'un coup d'œil, et sans approcher trop près de ladite ouverture, embrasser un champ suffisamment vaste pour que l'ennemi et ses tranchées soient convenablement surveillés. Ces conditions de bon établissement d'un bouclier sont difficilement conciliables, il est vrai, et comme, dans la pratique, on fait généralement l'ouverture assez petite, l'homme, pour avoir un champ de vision suffisant, est obligé d'approcher son œil plus ou moins près d'elle, ce qui constitue pour lui un danger continuel d'être blessé à la tête.

Cette difficulté de l'observation a été tournée par les Allemands d'une façon assez ingénieuse, il faut le reconnaître, en utilisant les propriétés des lentilles. Goerz, le constructeur d'objectifs photographiques et d'appareils d'optique, a inventé une lunette dans laquelle des verres sont disposés de telle façon qu'ils fournissent à l'œil de l'observateur un champ de vision suffisamment vaste avec une ouverture extrêmement petite dans le bouclier protecteur.

Pour l'usage, la lunette est naturellement placée exactement vis-à-vis de l'ouverture d'observation du bouclier, et la distance qui les sépare l'un de l'autre doit être au minimum le tiers de la longueur de la lunette.

On a ainsi la possibilité de faire passer à travers une ouverture d'observation de

CHEVALET DE FORTUNE CONSTRUIT AU DÉBUT DE LA GUERRE AVEC DES MORCEAUX DE BOIS



LUNETTE DE SÉCURITÉ

MARCHE DES RAYONS LUMINEUX DANS LA LUNETTE (Vue en coupe.)

6, objectif ou pupille d'entrée ; 7, système inverseur ; 8, oculaire ou pupille de sortie ; 9 et 10, plans d'images de la lunette. — La marche des rayons permet de reconnaître que l'ouverture d'observation pratiquée dans le bouclier 11 se trouve à une distance de l'objectif 6 égale au tiers de la longueur de la lunette.

faible diamètre l'ensemble des rayons lumineux se trouvant dans le champ de l'objectif de l'instrument.

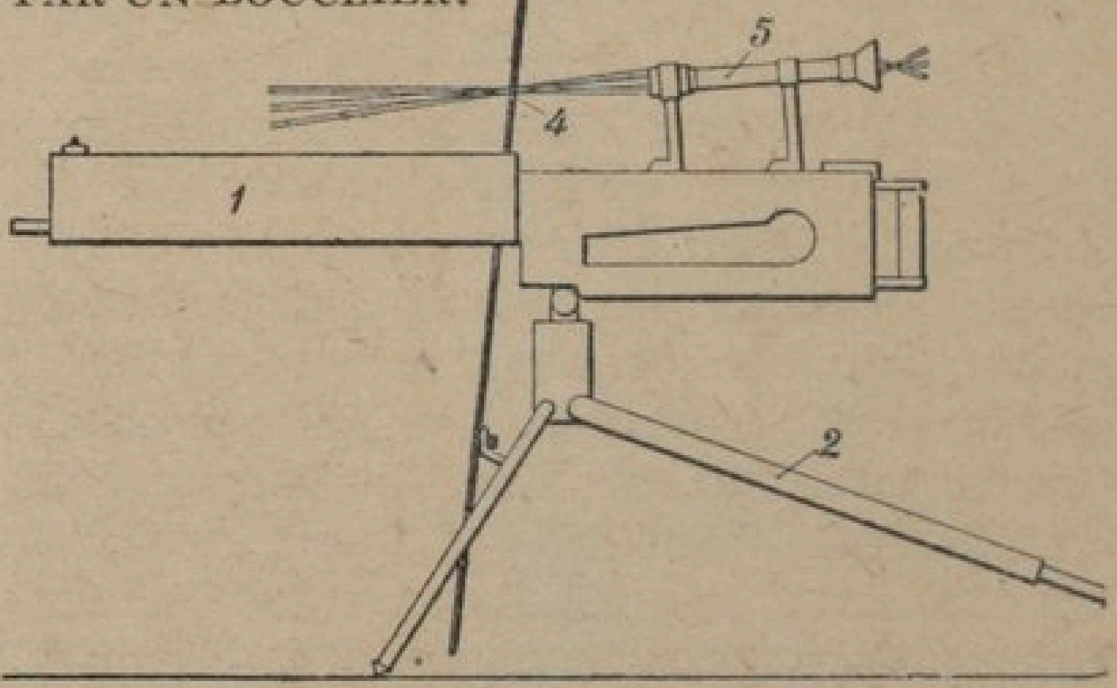
Comme, d'autre part, les rayons provenant d'un objet visé ne traversent qu'une partie de l'objectif, on peut donner à celui-ci, sans porter atteinte à la netteté des images, un diamètre relativement très grand et supérieur à celui de l'ouverture d'observation du bouclier.

D'autre part, les Allemands ont dans leurs tranchées — et nous en possédons également — des fusils sur chevalet. Cet appareil, qui se compose essentiellement d'une table ou d'un trépied très solide servant de support à l'arme pour le tir, est bien connu. Il se caractérise en ce que le fusil que le chevalet supporte, soutenu par la crosse, reste libre, en haut et en bas de son point d'appui antérieur, dans deux pièces réglables horizontalement l'une par rapport à l'autre, de sorte qu'au moment du tir, il peut suivre librement et d'une manière précise le changement de position provoqué par le recul et revenir à sa position primitive exacte de visée sans dispositions spéciales à prendre. La partie inférieure de ce point d'appui est formée par une tige conique sur laquelle glisse une fente de l'arme ou une bague adaptée au canon et au fût, tandis que la partie supérieure consiste en une fourche embrassant le pied de hausse et maintenant le fusil.

La tige conique et la fourche sont adaptées à une plaque qui oscille sur un bâti réglable et qui peut être fixé au moyen de vis.

Dans ces conditions, la déviation et la vibration de l'arme sont exactement les mêmes que dans les meilleurs tirs à la main, et, après le tir, le fusil peut

LUNETTE MONTÉE SUR UNE MITRAILLEUSE PROTÉGÉE PAR UN BOUCLIER.



1, *mitrailleuse ;* 2, *trépied ;* 3, *bouclier ;* 4, *ouverture d'observation ;* 5, *lunette montée sur la mitrailleuse, à distance appréciable en arrière du bouclier et dans une position telle que sa pupille d'entrée (l'objectif) coïncide avec l'ouverture d'observation du bouclier.*

être ramené dans sa position primitive, ainsi qu'on l'a dit plus haut, par une simple poussée en avant de la tige conique.

Le pointage en direction est donné en faisant tourner à droite ou à gauche une vis moletée qui fait pivoter dans la direction voulue le bâti horizontal inférieur supportant le système ; le pointage en hauteur est obtenu en faisant avancer ou reculer plus ou moins le bâti supérieur (reposant sur le précédent) dans lequel l'arme est encastrée à frottement doux, de telle sorte qu'elle puisse aisément suivre le recul, et ce mouvement du bâti s'opère en manœuvrant une manivelle qui, par l'intermédiaire d'une roue dentée et d'une chaîne, fait tourner une vis sans fin actionnant ledit bâti. La crosse du fusil repose librement dans une échancrure pratiquée dans la partie postérieure du bâti horizontal inférieur, et c'est là un autre point d'appui pour l'arme.

LE CHARGEMENT & LE DÉCHARGEMENT AUTOMATIQUES DES NAVIRES

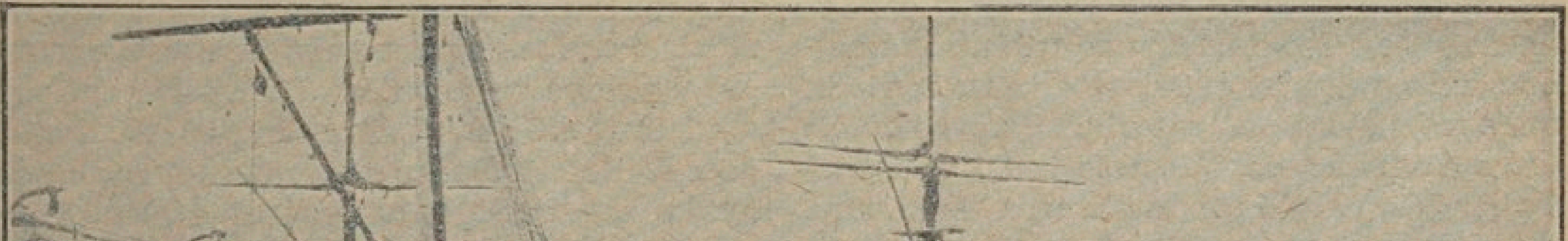
Par René CARBONNEL

CAPITAINE DE PORT EN RETRAITE

Le temps, c'est de l'argent. Surtout en matière de navigation, d'affrètement, de commerce, cette locution est d'une application pleinement justifiée ; elle suffit à expliquer le développement lent mais irrésistible de nos ports et des moyens de chargement et de déchargement qu'on y exploite. Il faut aller vite, toujours plus vite. Quelques heures gagnées sur chaque opération, c'est un voyage de plus que le cargo fera dans son année ; quelques heures perdues, au contraire, c'est un retard que l'armateur n'entend pas passer par profits et pertes. D'où les surestaries, c'est-à-dire les sommes supplémentaires payées en échange du temps perdu et payées toujours par le dernier destinataire, autrement dit le commun des mortels, l'infortuné consommateur chez qui aboutit, en dernier ressort, la marchandise retardée, pour l'instant grains, charbons, pétrole et autres produits de première nécessité.

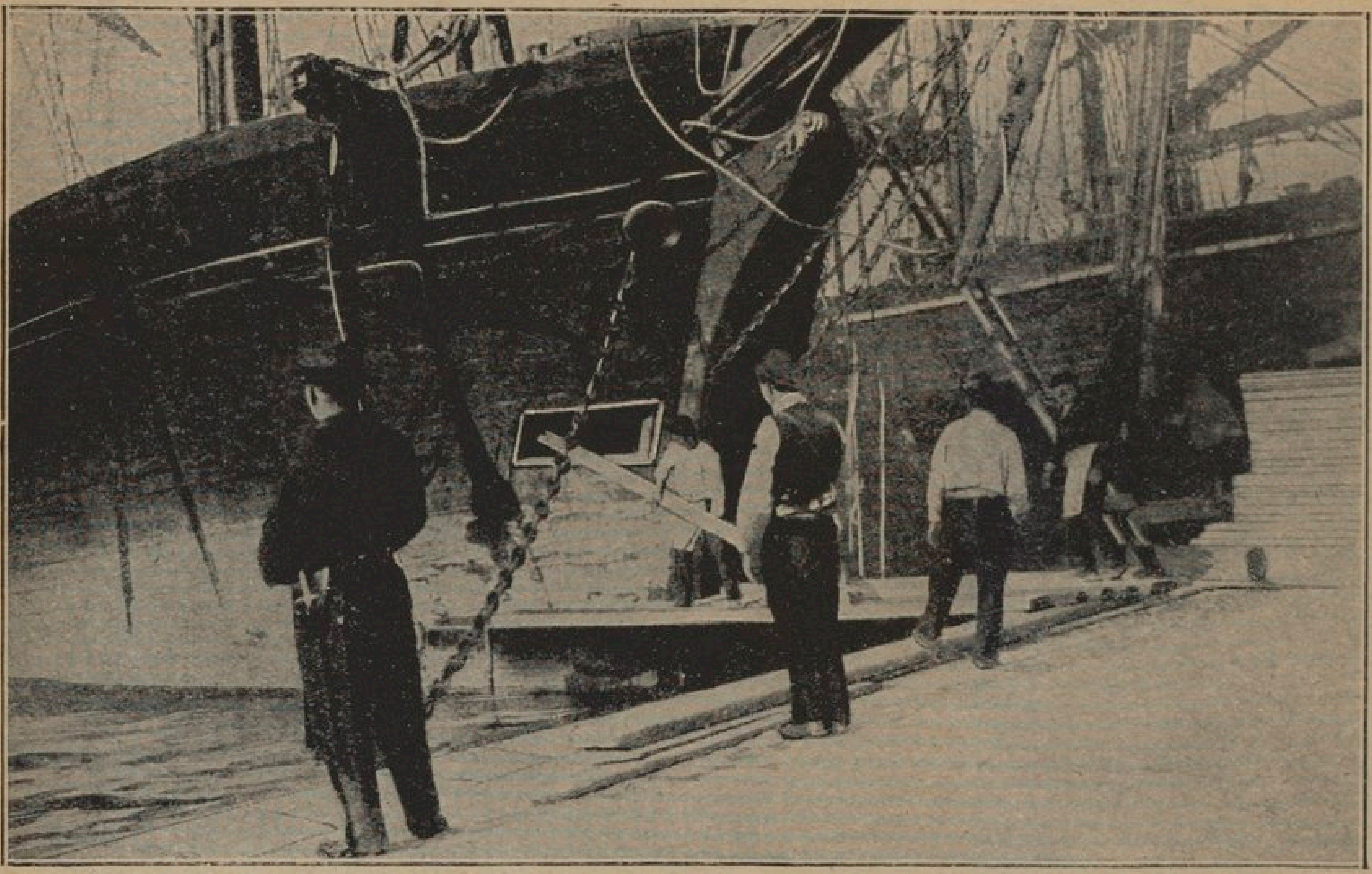
On conçoit donc l'intérêt qu'il y a pour les négociants et, naturellement, pour les Chambres de commerce qui les représentent, à posséder des ports vastes, bien outillés, bien administrés, de telle sorte qu'il y ait toujours place libre pour faire accoster le long courrier, et un outillage perfectionné pour que le déchargement ou le chargement du navire s'opère avec la plus grande rapidité.

Dans ces diverses opérations que nous étudierons plus loin en détail, on a cherché à éviter autant que possible l'emploi de la main-d'œuvre ; c'est à la machinerie sous



COMMENT ON CHARGEAIT LES NAVIRES IL N'Y A PAS ENCORE TRÈS LONGTEMPS

Les marchandises, entassées sur des mahonnes et sur des chalands, étaient amenées le long du paquebot et hissées à bord par des moyens quelque peu primitifs.



VOICI MAINTENANT COMMENT ON DÉBARQUAIT DES PLANCHES

Un sabord était ouvert à l'avant du bâtiment et, par ce trou rectangulaire, les pièces de bois se passaient à bras, tout simplement.

toutes ses formes qu'on a fait appel, et désormais les cales du cargo se vident en quelque sorte automatiquement de leur contenu ou s'emplissent de marchandises sous les yeux d'équipes dont le rôle consiste à surveiller et à diriger seulement la bonne marche du travail qu'accomplit avec rapidité et sûreté la fée Electricité.

Il ne faut pas remonter loin en arrière pour retrouver l'emploi des anciens procédés. Il y a quelque trente ans à peine, les quais du vieux port de Marseille connaissaient encore une pittoresque animation qu'a fait disparaître à peu près complètement la création des bassins de la Joliette, du Lazaret, d'Arenc, National, venus s'ajouter successivement les uns aux autres, amorces eux-mêmes d'autres bassins qui rejoindront bientôt, à dix kilomètres de distance, l'embouchure du grand canal du Rhône à la mer.

Ces nouveaux bassins furent construits pour recevoir les paquebots à vapeur faisant les services de la Corse, de l'Algérie, de l'Italie et du Levant, que leurs trop grandes dimensions — pour l'époque — empêchaient d'évoluer aisément dans le Port-Vieux.

Au lieu de s'accoster par le flanc, comme cela se fait partout aujourd'hui, ces navires s'amarraient perpendiculairement au quai, et pour mettre les marchandises à embarquer à portée de leurs panneaux d'embarquement et des servo-moteurs, on établissait au long de leurs bords des sortes de quais flottants, formés de mahonnes et de chalands que de petits remorqueurs amenaient déjà chargés de marchandises ou du combustible et du ravitaillement nécessaires à la traversée. Ainsi, faute de place due à l'insuffisance du développement des quais, on compliquait les opérations ; on entassait d'abord les marchandises sur les mahonnes, puis, celles-ci amenées au long du navire, on rechargeait une deuxième fois à bord. Il n'était pas étonnant que le chargement et le déchargement d'un navire durât de la sorte plus d'une semaine, parfois deux ou trois.

Cela se passait ainsi dans le bassin de la Joliette. Quant au Vieux-Port de Marseille, ce bassin naturel et si bien abrité, autour duquel les Phocéens vinrent fonder leur colonie, il était plus particulièrement réservé à la navigation à voiles, qui avait à cette époque encore, — jusqu'en 1890 au moins, — le monopole du transport des grains de Crimée et des autres côtés de la mer Noire et des graines oléagineuses de la côte d'Afrique.

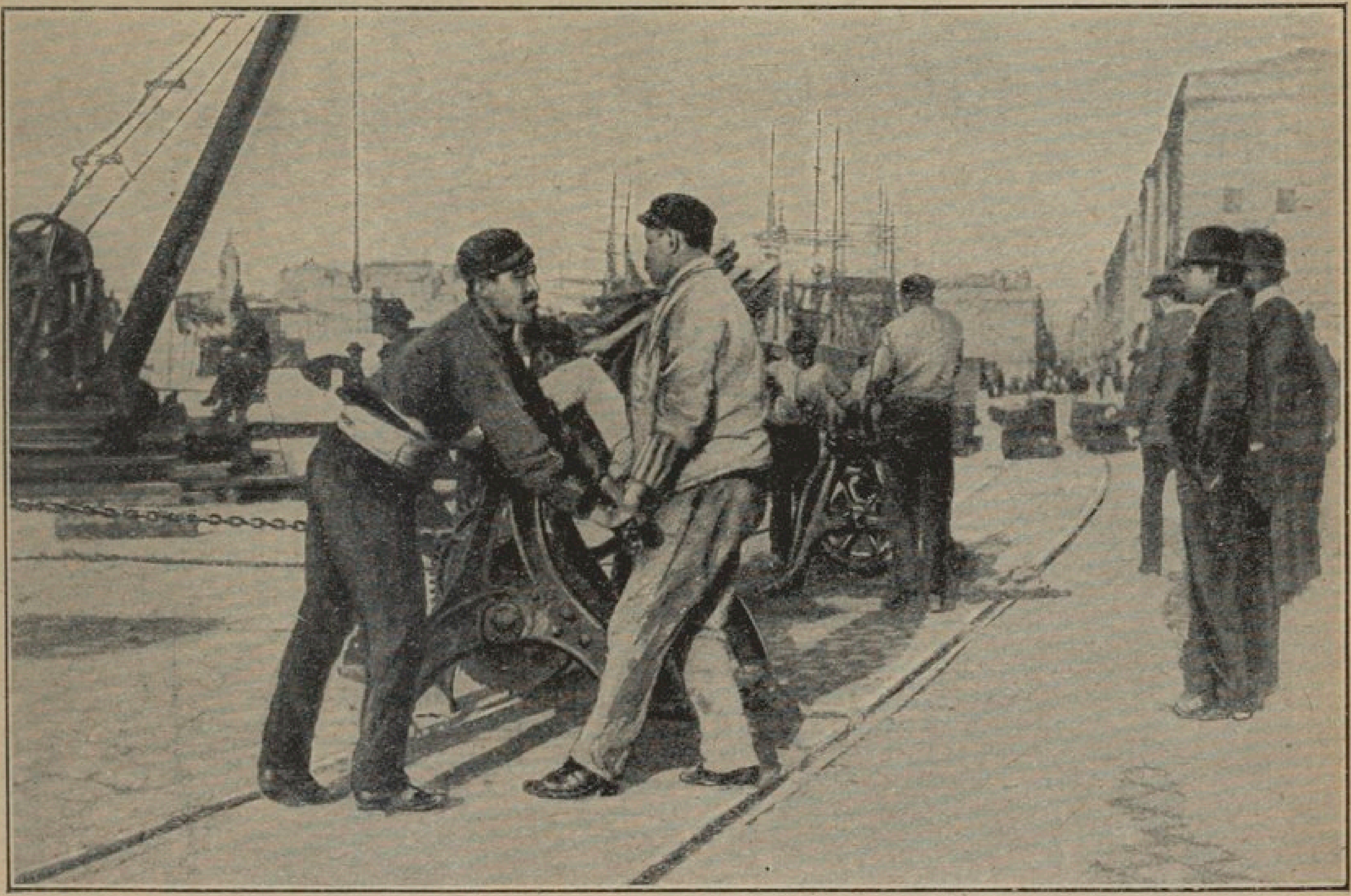
Ces moyens primitifs de transport, que la vapeur a presque fait oublier aujourd'hui,

n'empêchaient pas Marseille d'être le premier port de France et même de tous les ports du continent européen ; seuls Hambourg, Anvers et Rotterdam lui ont ravi, depuis, la prépondérance dont il était si fier.

Dans le vieux port, depuis les deux forts Saint-Jean et Saint-Nicolas qui en commandent l'entrée, jusqu'à la Cannebière, les voiliers, grands trois-mâts, bricks ou goélettes venaient se placer, la proue face au quai, et aussitôt commençaient les travaux de déchargement. Point de grues alors, point d'élévateurs ; des hommes, par centaines, se chargeaient de toutes les opérations : importante corporation des portefaix, qui était pour ainsi dire maîtresse des quais et par laquelle il fallait passer pour toute manutention, de même qu'aucun navire ne pouvait franchir les passes du port sans avoir à son bord un pilote assermenté.

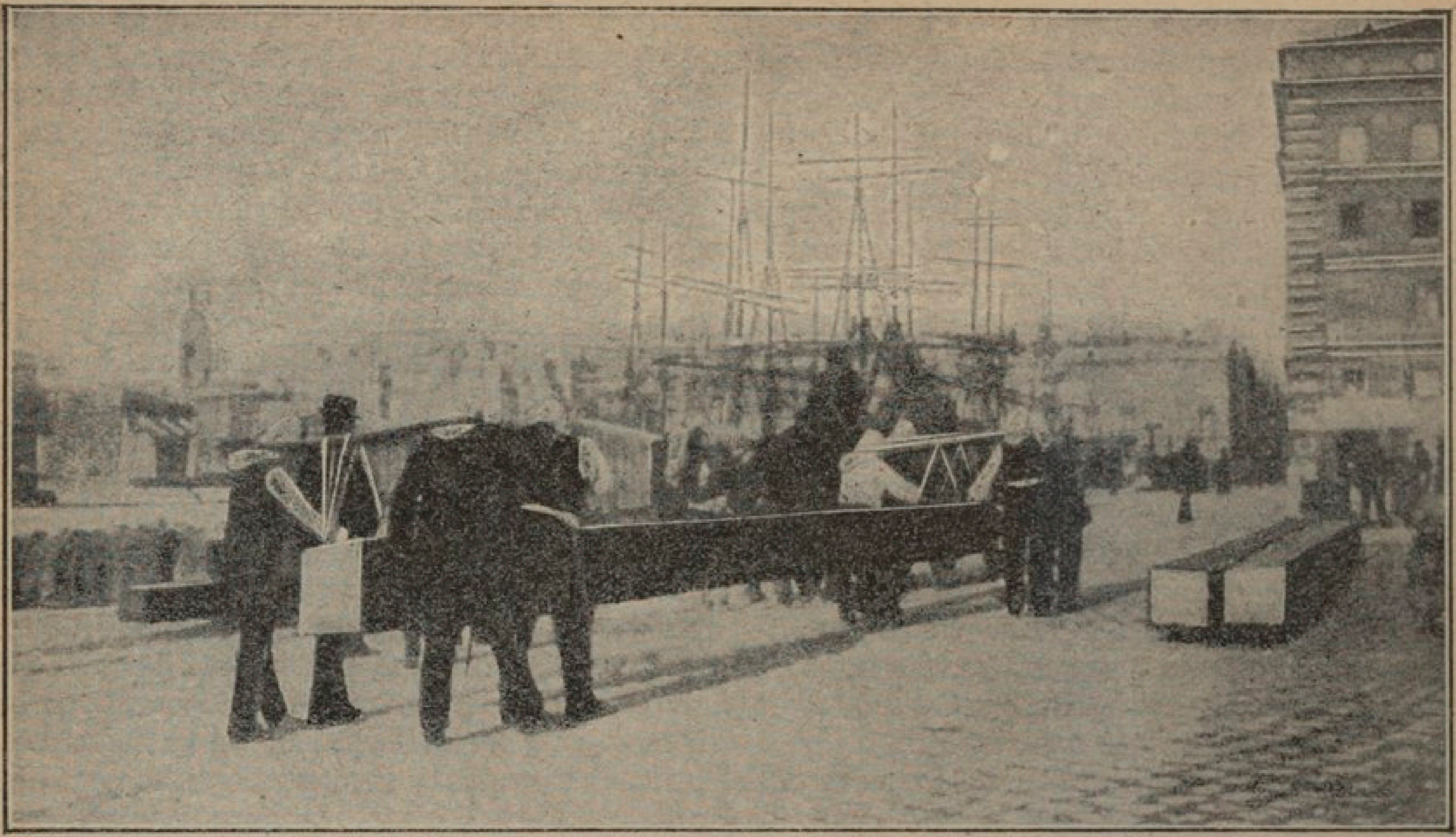
Si le navire était chargé de bois, on ouvrait un sabord à l'avant, à hauteur du quai, et l'on en sortait les planches à bras, si elles étaient de petites dimensions ; si, au contraire, il s'agissait de lourdes poutres, un treuil était fixé sur le quai et des hommes tournaient, amenant, à la chaîne, la pièce de bois logée dans les flancs du navire ; puis, des hommes encore, quatre à chaque extrémité, prenaient en poids sur leurs épaules le lourd et encombrant fardeau et le transportaient à l'emplacement réservé, qui était alors le quai de Riveneuve.

Mais quand il fallait procéder au débarquement de grains et de céréales, le principal commerce marseillais, la corporation des portefaix était vraiment à son affaire ; leur présence donnait au quai du Vieux-Port un caractère et une animation disparus aujourd'hui. Sur une longue planche, partant du pont du navire et venant, soutenue par des câbles, jusqu'au-dessus du quai, le portefaix, le dos chargé du sac rempli de grains et non fermé, s'avançait lentement, balancé par la planche souple au rythme de son pas. Arrivé à l'extrémité, d'un coup de reins, il renversait le sac dont le contenu se répandait à terre et y formait bientôt un amas important. Ces grains passaient aussitôt par dix autres mains ; les uns les vannaient pour en chasser les pailles et autres corps étrangers ; d'autres les mettaient en sac ; on les pesait et on en chargeait les charrettes qui les portaient aux minoteries. Sous le soleil ardent, ces groupes d'hommes vêtus de blouses blanches, travaillant dans la poussière



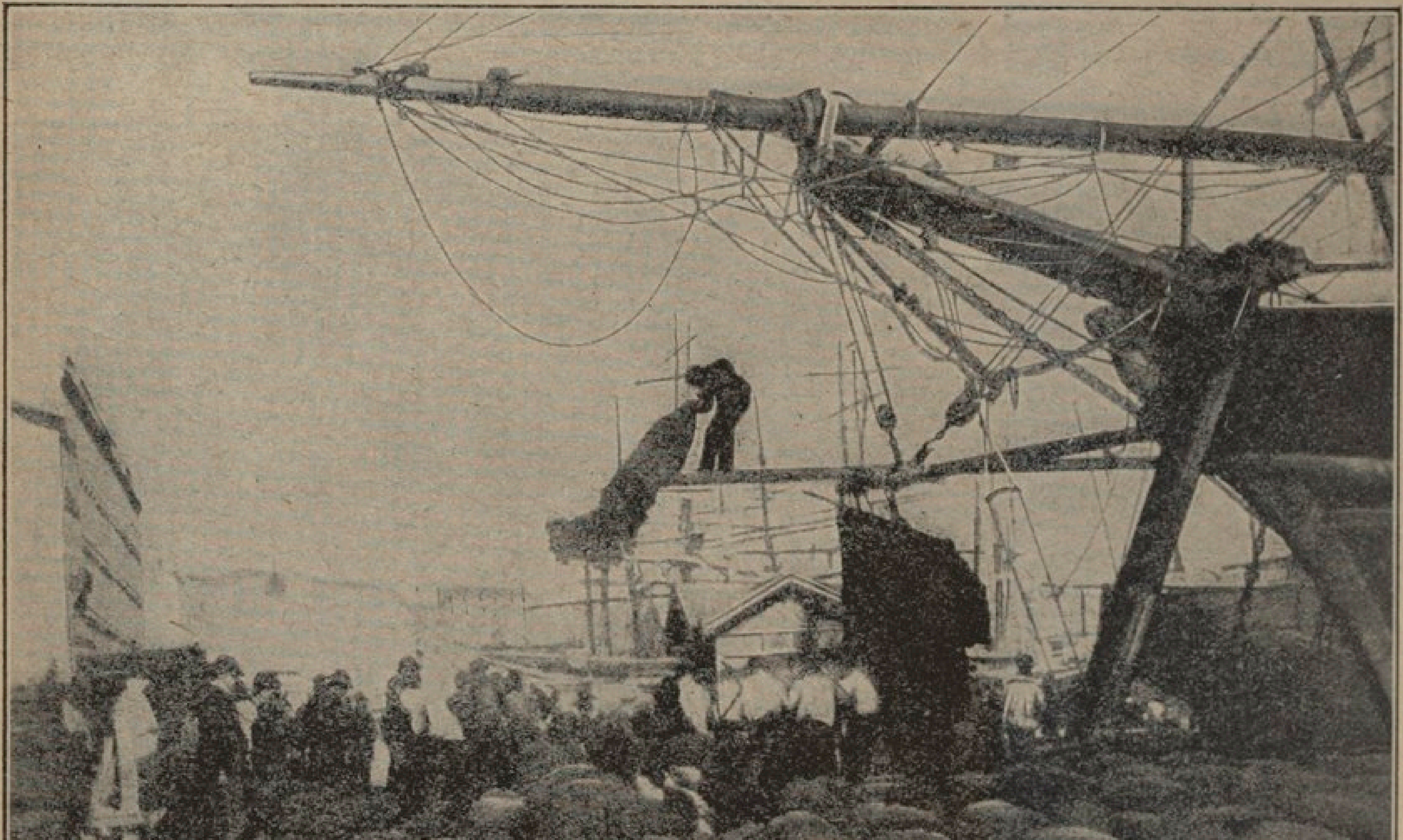
AVANT LES TREUILS A VAPEUR ET LES CABESTANS ÉLECTRIQUES.

Pour amener les lourds fardeaux de l'intérieur des navires, les hommes s'attelaient à ces appareils rudimentaires et tiraient sur la chaîne.



LE TRAVAIL DES PORTEFAIX ÉTAIT PÉNIBLE ET SURTOUT TRÈS LENT

Au nombre de huit, on les voit ici transportant une poutre lourde et particulièrement encombrante.



L'ANCIENNE MÉTHODE DE DÉCHARGEMENT DU BLÉ, A MARSEILLE

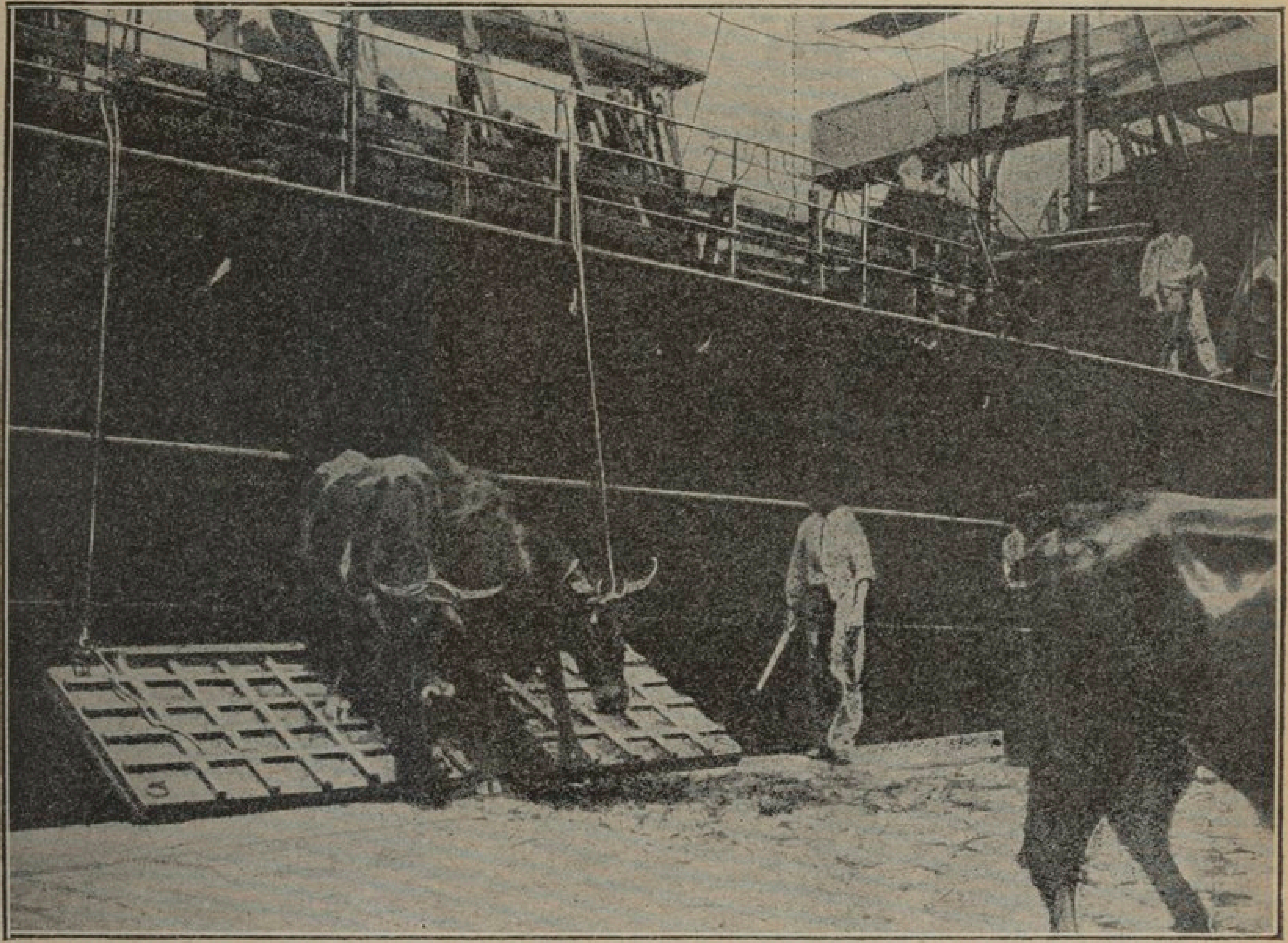
Pour verser le grain du haut d'une passerelle improvisée, le vanner, le mettre en sacs et le peser, la force de l'homme était seule employée sur les quais.

dorée du blé qu'emportait le vent, composaient un tableau dont beaucoup se souviennent encore, mais qu'on ne reverra plus. La Science réalise de grands progrès, mais elle détruit aussi les anciennes coutumes.

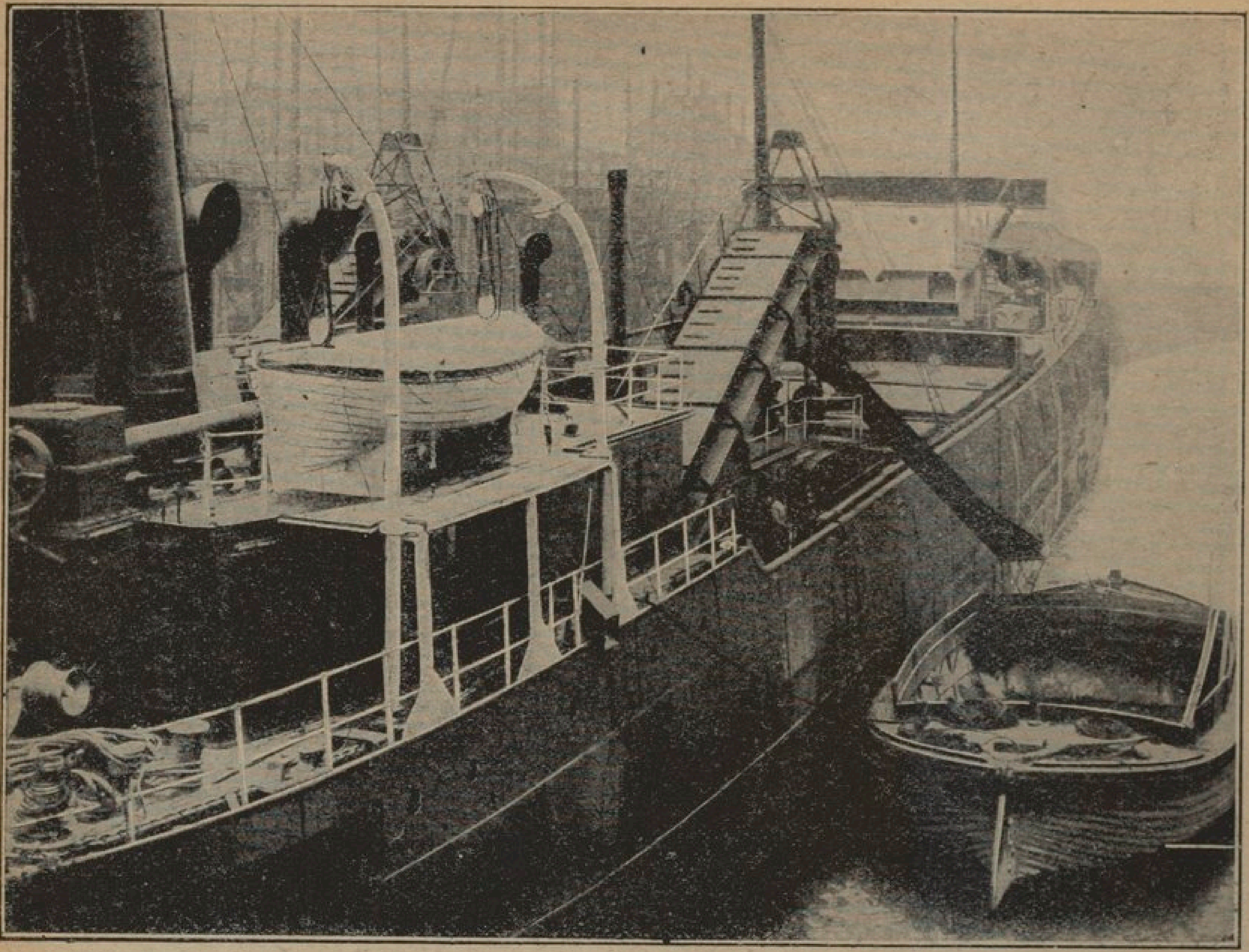
Depuis lors s'est créée une science nouvelle qui s'occupe de l'adaptation des appareils de levage et de manutention à chacune des catégories de marchandises qui doivent être manipulées dans les ports maritimes.

On peut diviser ces marchandises en plusieurs classes, qui comportent chacune une solution différente de l'important problème de la manutention mécanique. Tel appareil qui conviendra pour les minerais métalliques s'appliquera avec moins de succès aux charbons, susceptibles de se briser pendant les manœuvres de chargement ou de débarquement. Toute une série de transporteurs spéciaux a été créée pour la mise en cale ou le déchargement des céréales et des produits pulvérulents en vrac ou en sacs. La plus grosse difficulté qu'aient eu à résoudre les inventeurs, en ce qui concerne ces questions de manutention dans les ports de mer, est celle de la manipulation des marchandises générales que l'on transporte dans des caisses ou dans des emballages très divers, tels que couffins, balles, boîtes métalliques, etc.

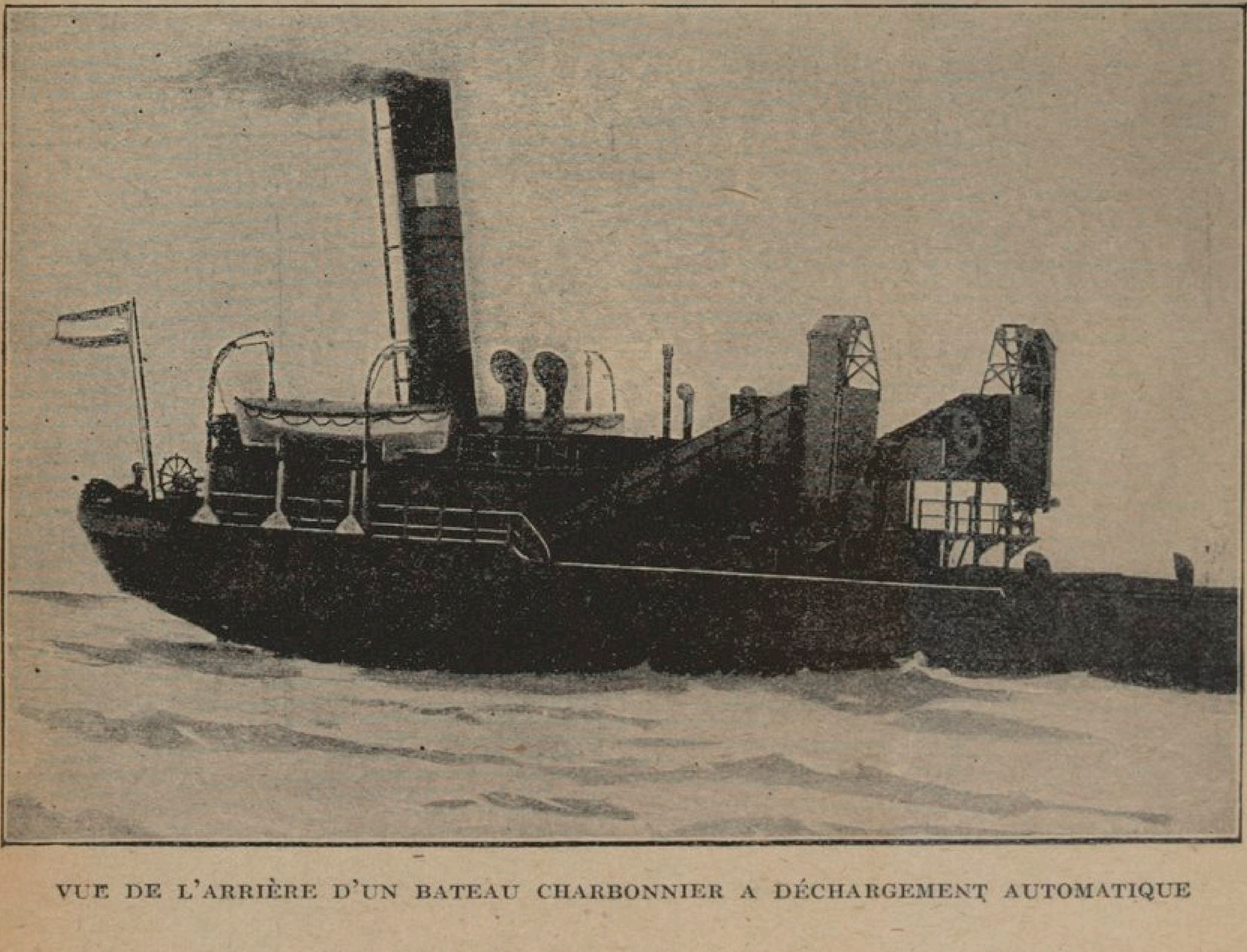
La plus large application du déchargement mécanique dans les ports a trait aux combustibles minéraux qui donnent lieu à des échanges portant sur des millions de tonnes. La solution la plus complète de ce problème, au point de vue de la rapidité des manœuvres et de la suppression de la main-d'œuvre, est fournie par les bateaux charbonniers auto-moteurs ou stationnaires qui servent à remplir ou à vider les soutes des cargo-boats spécialement consacrés au transport des houilles. Ces bateaux auto-moteurs rendent de grands services dans les ports en rivière, tels que Bordeaux, Rotterdam, etc., car ils n'exigent pas la mise à quai des navires. Leur capacité varie de 600 à 2.500 tonnes, et leur cale est divisée, au moyen de cloisons transversales, en compartiments dont le nombre et les dimensions sont variables et qui se vident successivement à travers des portes à coulisses dans les godets d'un convoyeur mécanique tournant dans un tunnel au fond du bateau. Le procédé est assez simple.



VOICI MAINTENANT DES BŒUFS SORTANT PAISIBLEMENT DE LEUR ÉTABLE FLOTTANTE



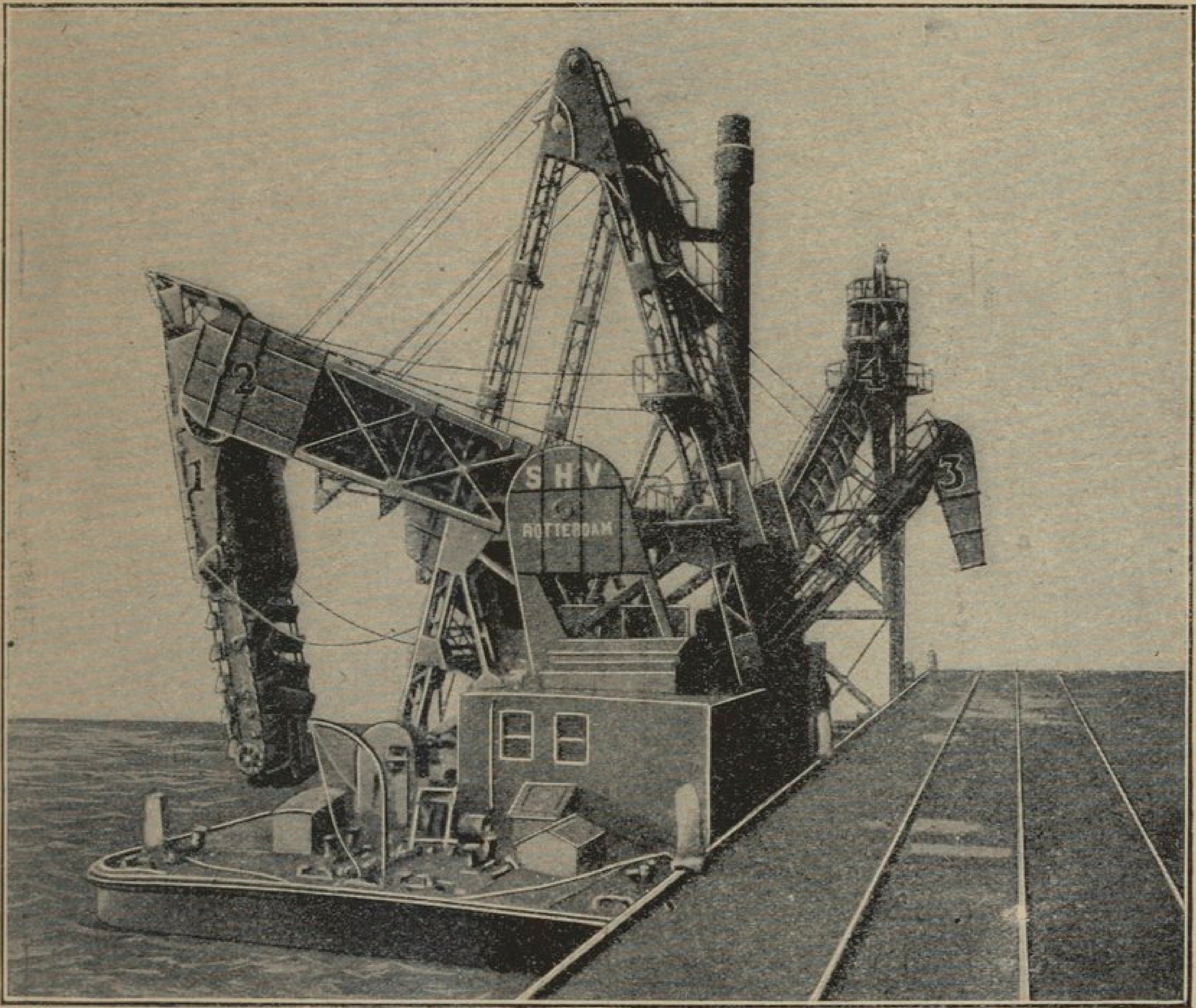
CARGO A DÉCHARGEMENT AUTOMATIQUE POUR LE TRANSPORT DE LA HOUILLE



VUE DE L'ARRIÈRE D'UN BATEAU CHARBONNIER A DÉCHARGEMENT AUTOMATIQUE

Le convoyeur sans fin ou la chaîne à godets est mis en mouvement par les machines qui actionnent les hélices jumelles du charbonnier. En sortant du tunnel, les vis ou les chaînes montent le long d'une élinde qui sert à guider l'ascension de la partie du convoyeur destinée à sortir du bord. Cette élinde peut être fixe ou mobile ; dans ce dernier cas, elle charbon du récepteur aux cales est soutenu par ce récepteur au moyen d'un joint universel, ce qui permet d'atteindre facilement les diverses soutes du navire à charger lorsque le charbonnier est amarré le long de ses flancs. On peut ainsi manutentionner de 500 à 1.000 tonnes de houille par heure.

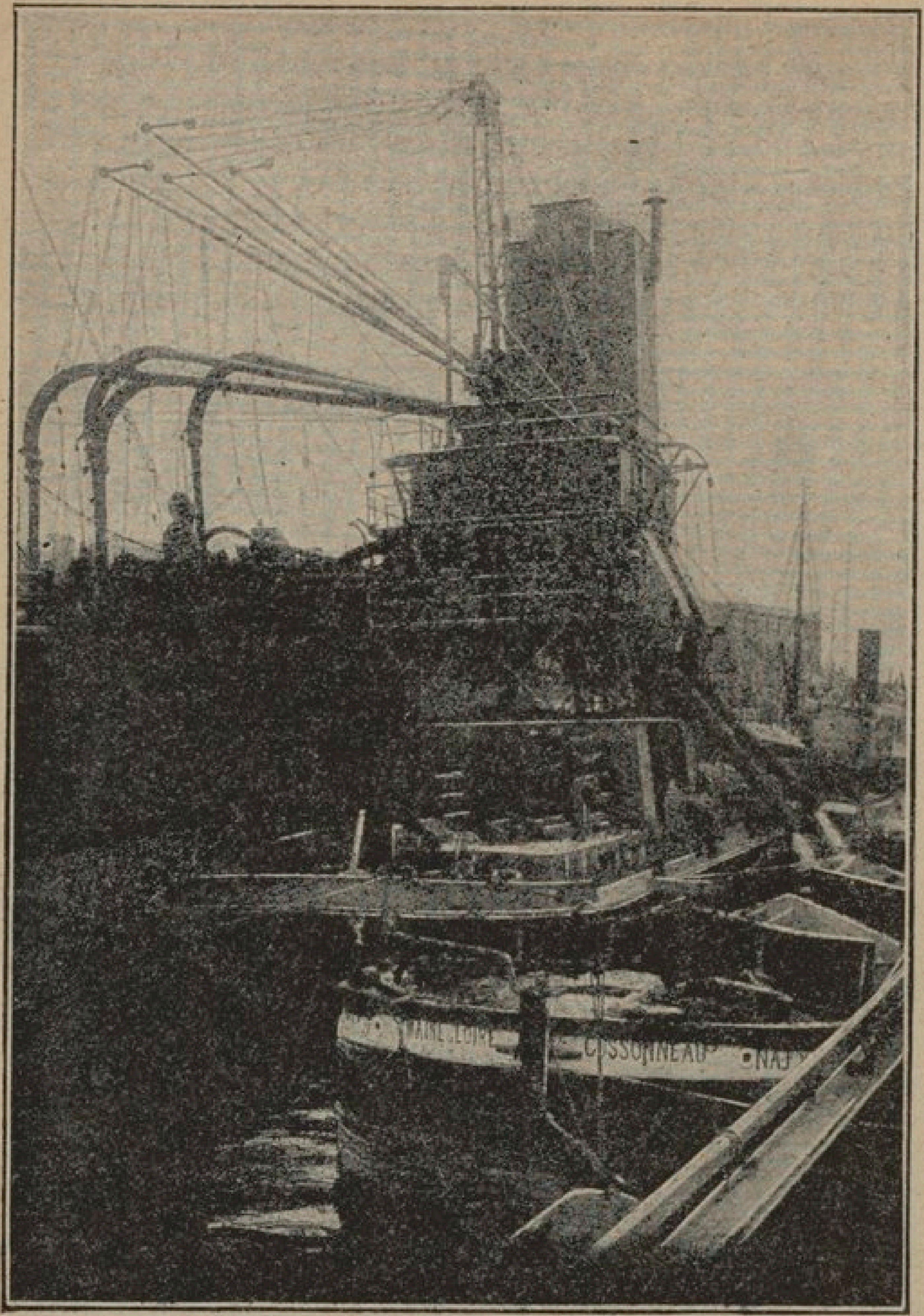
On emploie, dans les grands ports char-



PONTON ÉLÉVATEUR DE CHARBON CHARGEANT 500 TONNES A L'HEURE

L'élinde oscillante 1 *est suspendue au bout d'un bras mobile* 2. *Le transporteur consiste en une bande sans fin large d'un mètre courant sur le bras mobile* 3. *Une élinde ascendante avec tube télescopique* 4 *sert pour charger directement les soutes des navires.*

est suspendue par le milieu et on peut l'abaisser ou la relever d'après la hauteur du combustible dans les soutes. Les godets du convoyeur, en arrivant au sommet de l'élinde, culbutent et versent une partie de leur contenu dans un récepteur, d'où ils s'échappent, sans avoir été exposés à l'air, par un tube télescopique qui pénètre dans les soutes. Quand l'élinde est mobile, le récepteur doit l'être également, et il pivote autour de l'axe suspendu au sommet de l'élinde. Le tube télescopique qui conduit le bonniers, des élévateurs-chargeurs montés à quai ou sur ponton. Ces appareils servent à puiser le charbon dans les chalands accostés et à le décharger dans les soutes, ou dans les cales des navires, ou encore à le déposer sur la rive ou dans des wagons. Souvent les élévateurs-chargeurs sont installés sur des pontons très solides capables de supporter aisément le poids considérable de leur superstructure métallique et, par conséquent, ces appareils ne possèdent pas de cale, ce qui les distingue des bateaux charbonniers.



ÉLÉVATEUR PNEUMATIQUE A GRAINS FONCTIONNANT DANS LE PORT DE NANTES

L'élévateur-chargeur vide ou remplit les allèges au moyen d'une élinde oscillante suspendue au bout d'un bras mobile et munie d'une double rangée de godets. Ces derniers, une fois remplis de charbon, montent verticalement le long de l'élinde oscillante, puis arrivent au bras mobile à peu près horizontal pendant le travail, où ils se déversent, par suite du changement de direction, dans une rigole qui les emboîte exactement. En continuant leur trajet, le long du bras mobile et dans la rigole, les godets entraînent le charbon déversé jusqu'à ce que celui-ci, arrivé au bout du bras, glisse dans un réservoir, pendant que les godets, maintenant complètement vides, continuent leur marche et retournent tout naturellement à l'élinde.

Le charbon tombé dans le réservoir peut prendre deux directions tout à fait différentes. Quand on veut le décharger dans les cales d'un bateau charbonnier ou quand on désire le déposer, soit dans des wagons, soit simplement sur un quai, on emploie une bande sans fin, large d'un mètre, courant sur un bras mobile qui, pendant le travail de manutention, est orienté dans une direction à peu près horizontale.

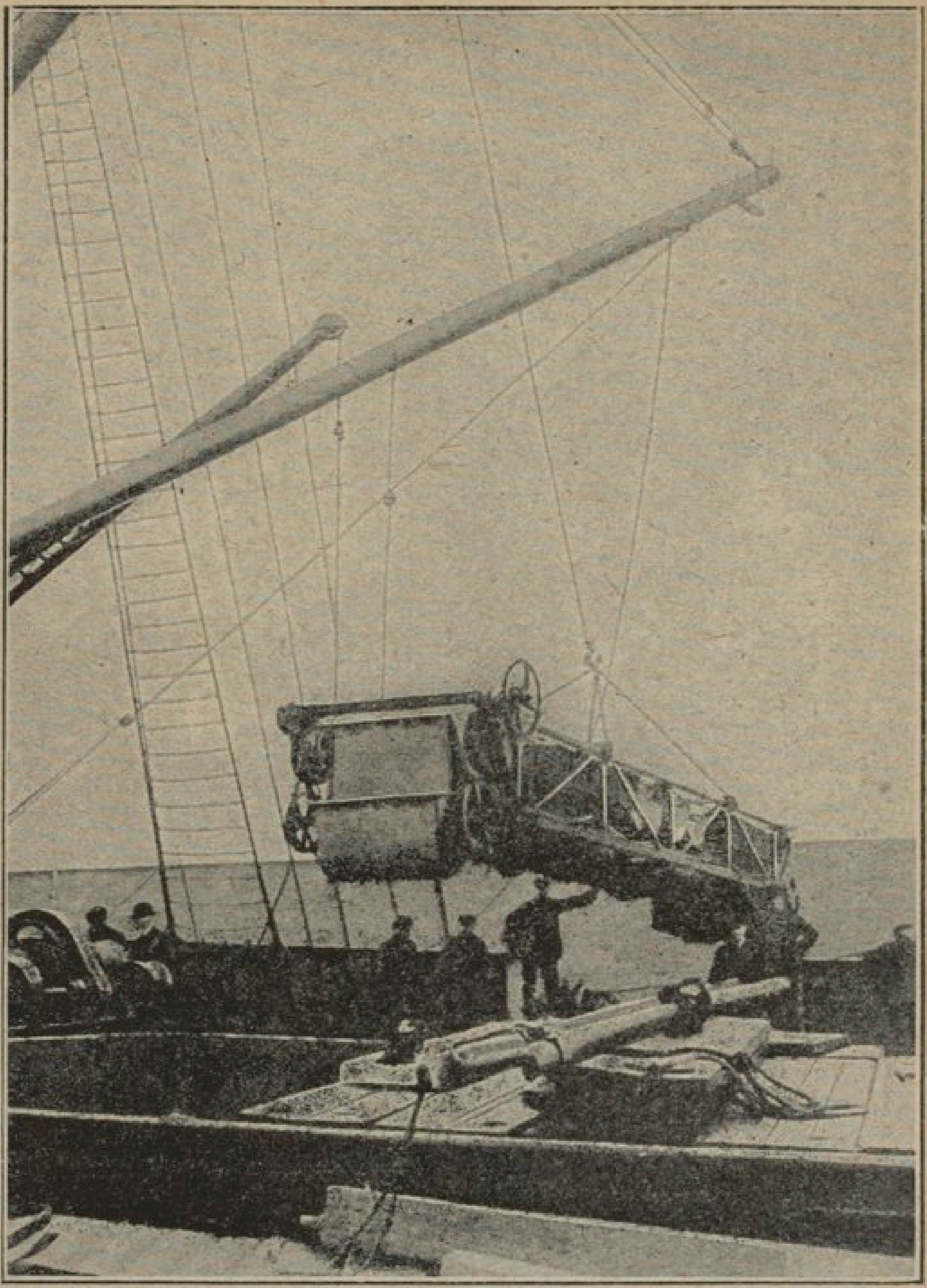
On peut aussi employer l'élévateur pour charger directement les soutes d'un navire et, à cet effet, il est muni d'une élinde ascendante, avec tube télescopique, ainsi que d'une bascule à enregistrement automatique des poids. On peut ainsi facilement mettre en soute 500 tonnes de charbon à l'heure. Quand les élévateurs sont au repos, ou pendant qu'on les remorque vers leur point d'utilisation, on rentre les élindes au moyen des câbles de suspension, de manière à supprimer toute saillie dangereuse hors du ponton. La coque de ce dernier est divisée en un très grand nombre de compartiments étanches afin de réduire le danger au minimum en cas de collision possible. Comme l'élinde doit travailler souvent à une assez grande distance hors du bord du ponton, on empêche celui-ci de prendre une inclinaison transversale dangereuse pour sa stabilité et nuisible à la justesse de la bascule, au moyen de réservoirs contre-poids, qui se remplissent d'eau automatiquement, avec une grande rapidité, dès que le ponton prend une légère inclinaison

La guerre actuelle, en bouleversant les conditions dans lesquelles s'opéraient autrefois le transit et le commerce des céréales, a rendu indispensable l'organisation, dans les ports français, d'appareils de manutention automatique pour la réception des grains. Ici, le problème est plus simple à résoudre que dans le cas des combustibles, car la marchandise se présente dans des conditions uniformes quant à la grosseur des particules, et les faibles dimensions de ces dernières assimilent presque à un liquide une masse de blé ou d'orge en vrac. D'autre part, ces céréales ne se détériorent presque jamais pendant les opérations de manutention.

Deux systèmes principaux de transporteurs et d'élévateurs mécaniques sont en usage dans les ports d'importation des céréales. Les uns sont des appareils pneumatiques qui aspirent les grains dans les cales des navires au moyen de manches métalli-

ques dans lesquelles des pompes produisent une succion énergique. Ce genre d'appareil était déjà très répandu avant la guerre, surtout dans les ports allemands, hollandais et belges. On peut en voir des spécimens très intéressants installés récemment sur la Gironde, par une maison anglaise, pour le compte du gouvernement français. Ces aspirateurs sont montés sur un ponton long d'une vingtaine de mètres, qui supporte toute la machinerie. Chaque appareil manutentionne 1.500 quintaux de blé à l'heure quand il s'agit de grains en vrac et 1.000 quintaux seulement quand on est obligé de procèder à une mise en sacs.

On donnait autrefois, en Angleterre, la préférence aux élévateurs-transporteurs mécaniques à godets dont le fonctionnement rappelle celui des dragues ou des norias servant à élever l'eau. Des chaînes à godets plongent dans les cales des navires et y puisent le grain pour l'élever jusqu'aux niveaux des quais ou des planchers des entrepôts, ou des moulins. Cette machinerie, à laquelle son aspect imposant donne l'air quelque peu compliqué est, au contraire, très simple puisqu'elle se compose uniquement de chaînes à godets et de toiles transporteuses qui se déplacent mécaniquement sur des galets auto-moteurs cylindriques.

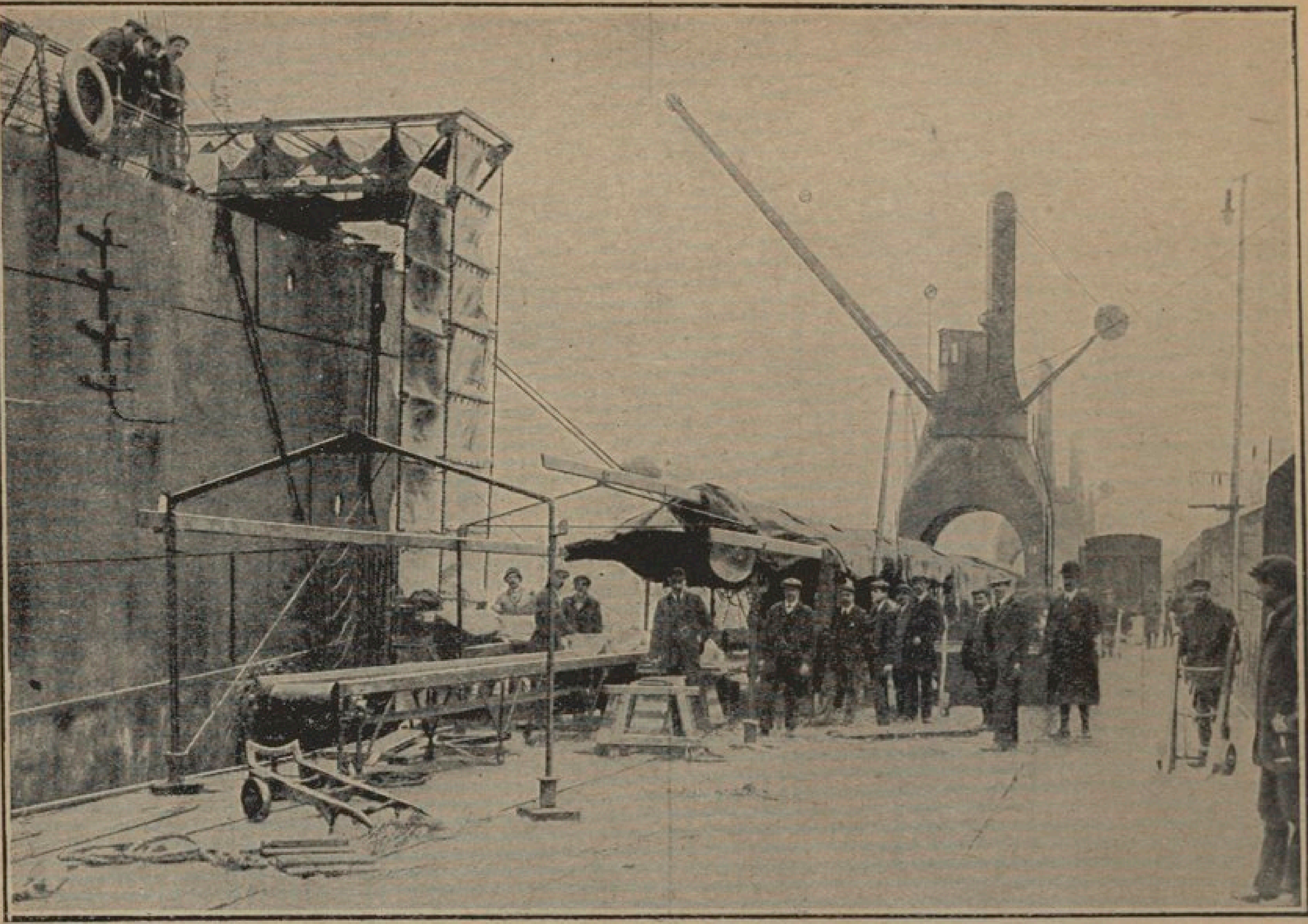


MISE A BORD, AU MOYEN DES TREUILS DU NAVIRE, D'UN TRANSPORTEUR-ÉLÉVATEUR

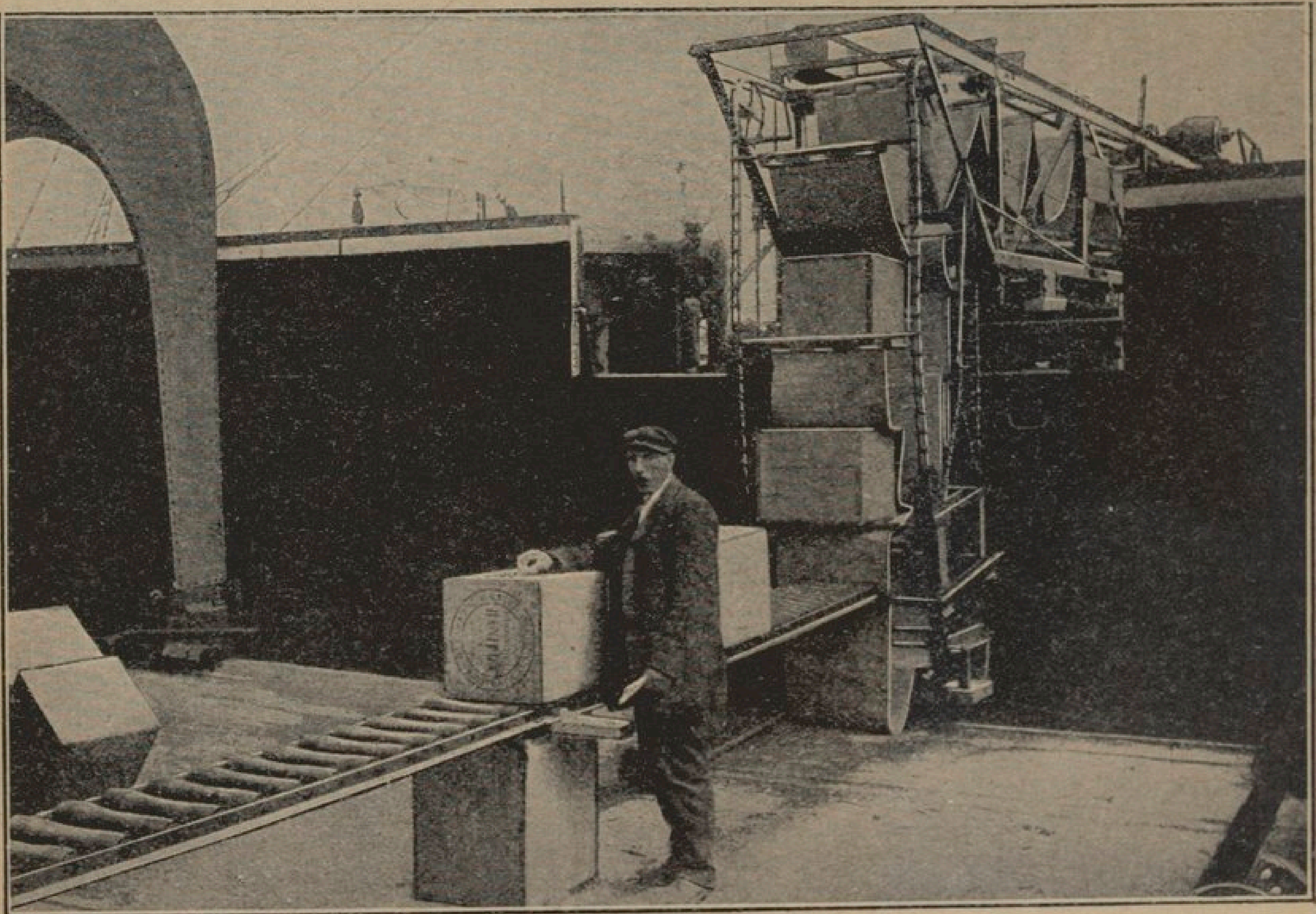
La rareté de la main-d'œuvre dans les ports maritimes, aggravée par l'enrôlement en masse d'un grand nombre de dockers appartenant aux diverses nations alliées, a attiré l'attention des armateurs et des consignataires en marchandises sur les élévateurs-transporteurs, engins extrêmement pratiques, spécialement destinés à la manutention des colis de marchandises générales.

Ces appareils ne remplacent pas les grues et les treuils précédemment décrits par la *Science et la Vie* et qui servent au déchargement des navires, mais ils les complètent, au contraire. Les élévateurs permettent de manutentionner rapidement, et sans risque de bris, les marchandises de formes irrégulières ou cylindriques, les colis de faibles dimensions, les objets fragiles qui ne se prêtent que difficilement à l'enlèvement par groupement et qui ne peuvent, par raison d'économie, être manipulés isolément. Enfin, les élévateurs-transporteurs peuvent être très facilement installés sur une cale sans gêner les grues ni les treuils dont ils secondent l'action tout en laissant leur fonctionnement absolument libre et en réduisant leur usure. Le principal résultat économique du déchargement automatique des colis de marchandises générales est la suppression des frais énormes de surestaries que les armateurs doivent acquitter quand le séjour à quai de leurs navires dépasse la durée permise par les règlements spéciaux des ports.

Un élévateur-transporteur de ce genre doit répondre à un grand nombre de desiderata pour que son emploi soit réellement avantageux. Son fonctionnement doit être silencieux et continu pour permettre un rendement élevé avec une main-d'œuvre réduite ou nulle. Un bon appareil servira sans modification, soit pour le chargement, soit pour le déchargement et compensera automati-

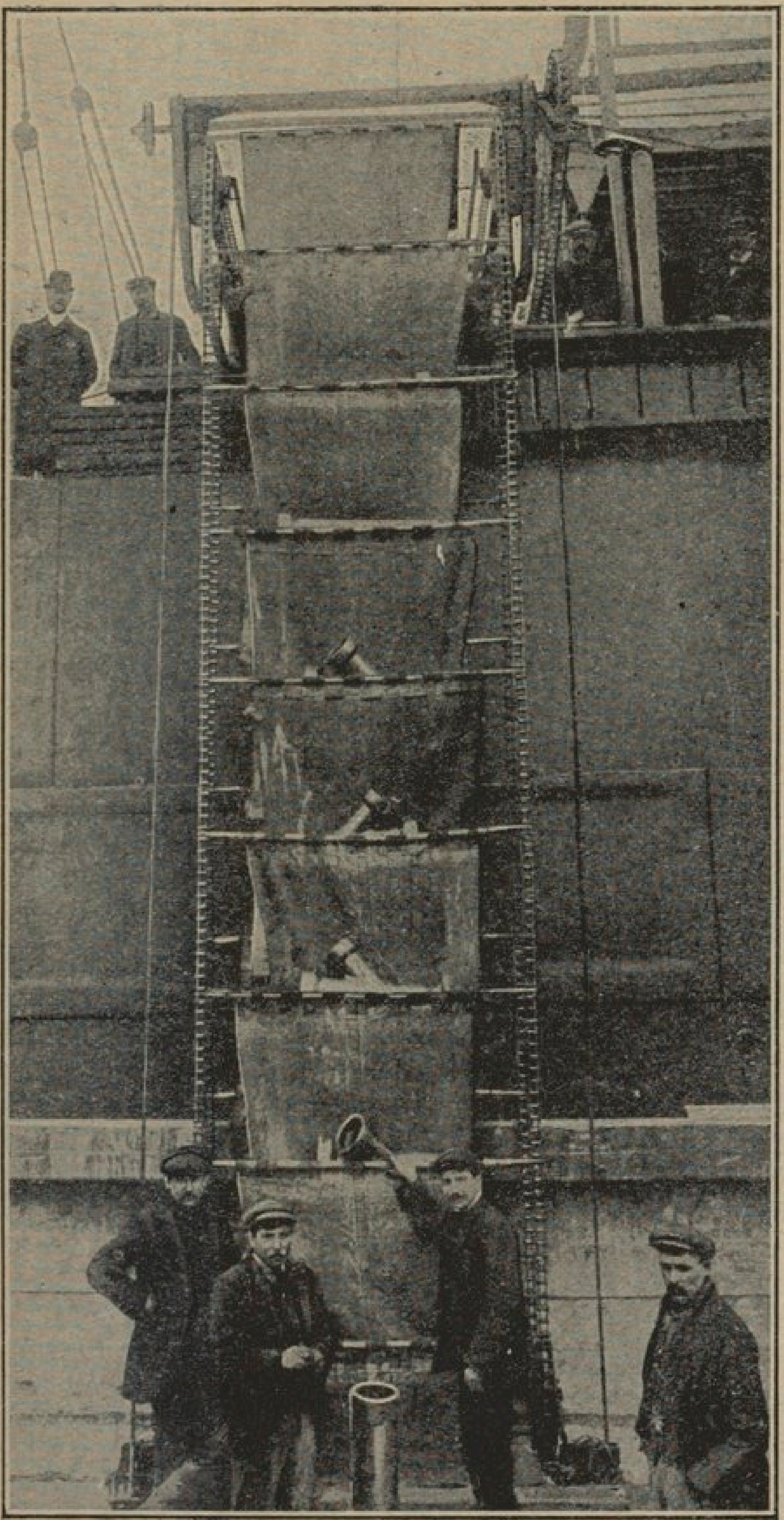


TRANSPORT, A TERRE, D'UN APPAREIL ÉLÉVATEUR A TOILES TOUT MONTÉ



DÉBARQUEMENT DE CAISSES AU MOYEN D'UN TRANSPORTEUR-ÉLÉVATEUR A TOILES

quement les différences de niveau entre les cales et les quais dues aux marées, à la flottaison du navire et au changement de profondeur des cales au cours des opérations de vidange ou de remplissage. Le même appareil doit pouvoir être employé pour charger ou décharger des navires de tonnages très différents et fonctionner par tous les temps sans exposer les marchandises aux intempéries. Enfin, ces appareils sont actionnés de préférence par des moteurs électriques, mais, à la rigueur, on doit pouvoir les faire fonctionner au moyen des treuils du bord ou d'une machine à vapeur quelconque. L'élévateur-transporteur portatif que représente la figure ci-contre remplit toutes ces conditions. On l'installe généralement sur l'encadrement d'une écoutille de chargement, d'une part, et sur un bastingage, d'autre part, de façon à surplomber un peu, d'un côté, le niveau de l'écoutille et à obtenir, de l'autre côté, une saillie par-dessus bord. On peut ainsi prendre ou déposer des marchandises sur un quai ou sur un chaland accosté au navire.



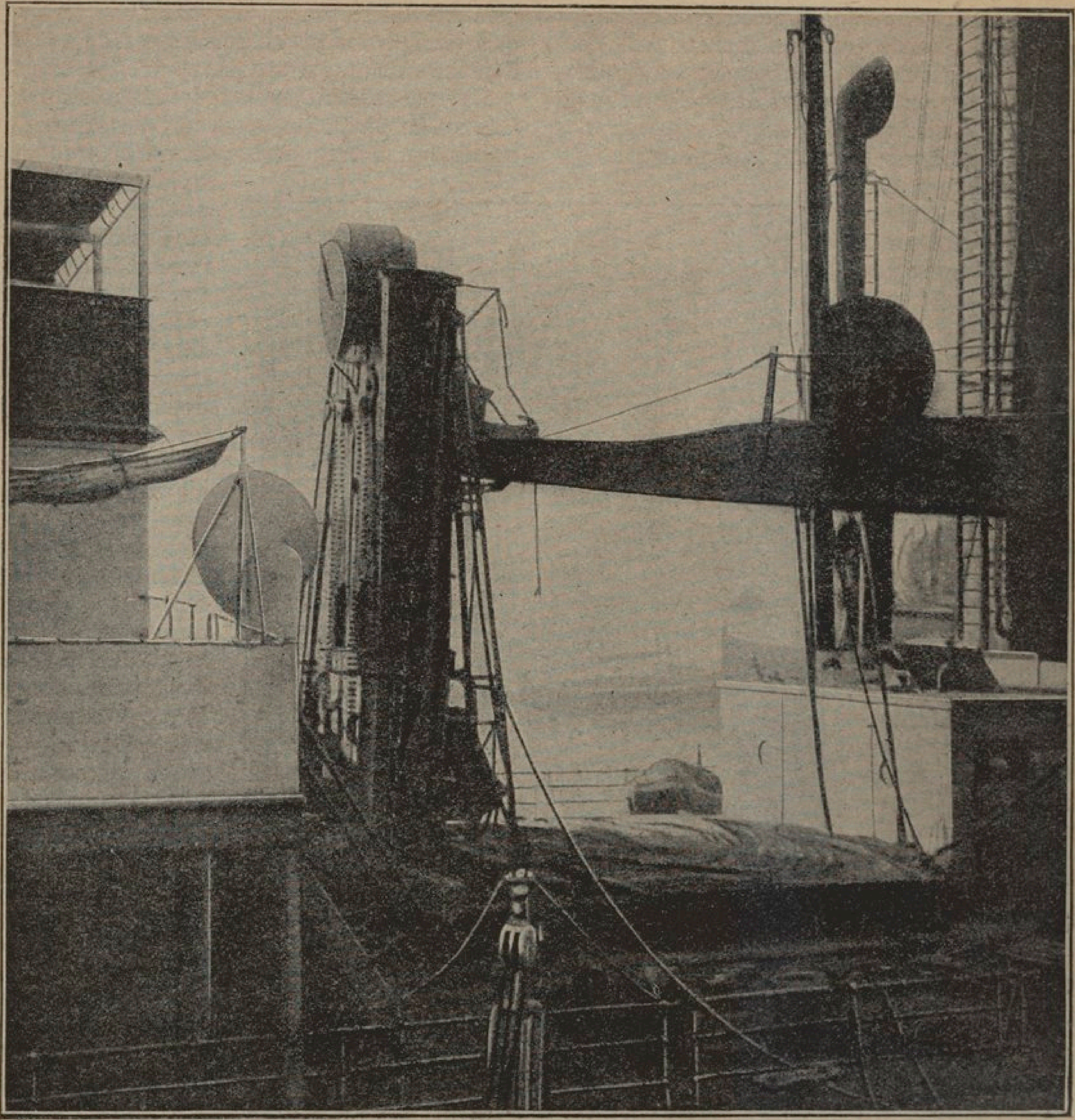
EMPLOI D'UN ÉLÉVATEUR-TRANSPORTEUR POUR LE DÉCHARGEMENT DE TUYAUX DE DRAINAGE

L'appareil se compose essentiellement d'une poutre horizontale en treillis métallique qui supporte l'ensemble de la machinerie et des organes moteurs. Deux chaînes sans fin passent sur des poulies de guidage et sur un tendeur. Les boucles pendantes extrêmes de chaque chaîne passent sur deux tambours montés dans des bâches, lestées ou non, qui servent à les maintenir tendues et à charger les marchandises qu'il s'agit de déplacer, de quelque nature qu'elles soient.

Entre les chaînes sans fin sont fixées, à des intervalles variables, suivant la nature des matériaux à transporter, des traverses métalliques sur lesquelles sont passés des tubes entièrement libres de tourner autour de ces traverses. On fixe aux tubes les organes porteurs dont on veut munir les transporteurs, suivant qu'on doit les utiliser pour décharger ou pour charger des marchandises en vrac, en petits ou en gros morceaux, des ballots, des caisses, des viandes congelées, des tourteaux, des poteries, etc.

La plupart du temps, les organes porteurs consistent simplement en une bande de toile coupée un peu plus étroite que l'intervalle entre les deux chaînes et plus longue que la distance qui sépare deux traverses consécutives. Cette bande est fixée aux traverses de manière à former comme une poche ouverte, latéralement et par le haut, dans laquelle on introduit les marchandises à manutentionner.

La poutre en treillis supporte, sur sa membrure supérieure, les rouleaux de guidage de l'un des brins de chaînes ; à mi-hauteur environ de la poutre est fixée une toile continue sur laquelle passe le brin de retour des chaînes, ce qui empêche les poches de toile de flotter vers le bas et de se prendre dans les autres organes de la machinerie. Sur la



ÉLÉVATEUR PORTATIF A COMMANDE ÉLECTRIQUE AVEC TRANSPORTEUR A TOILES

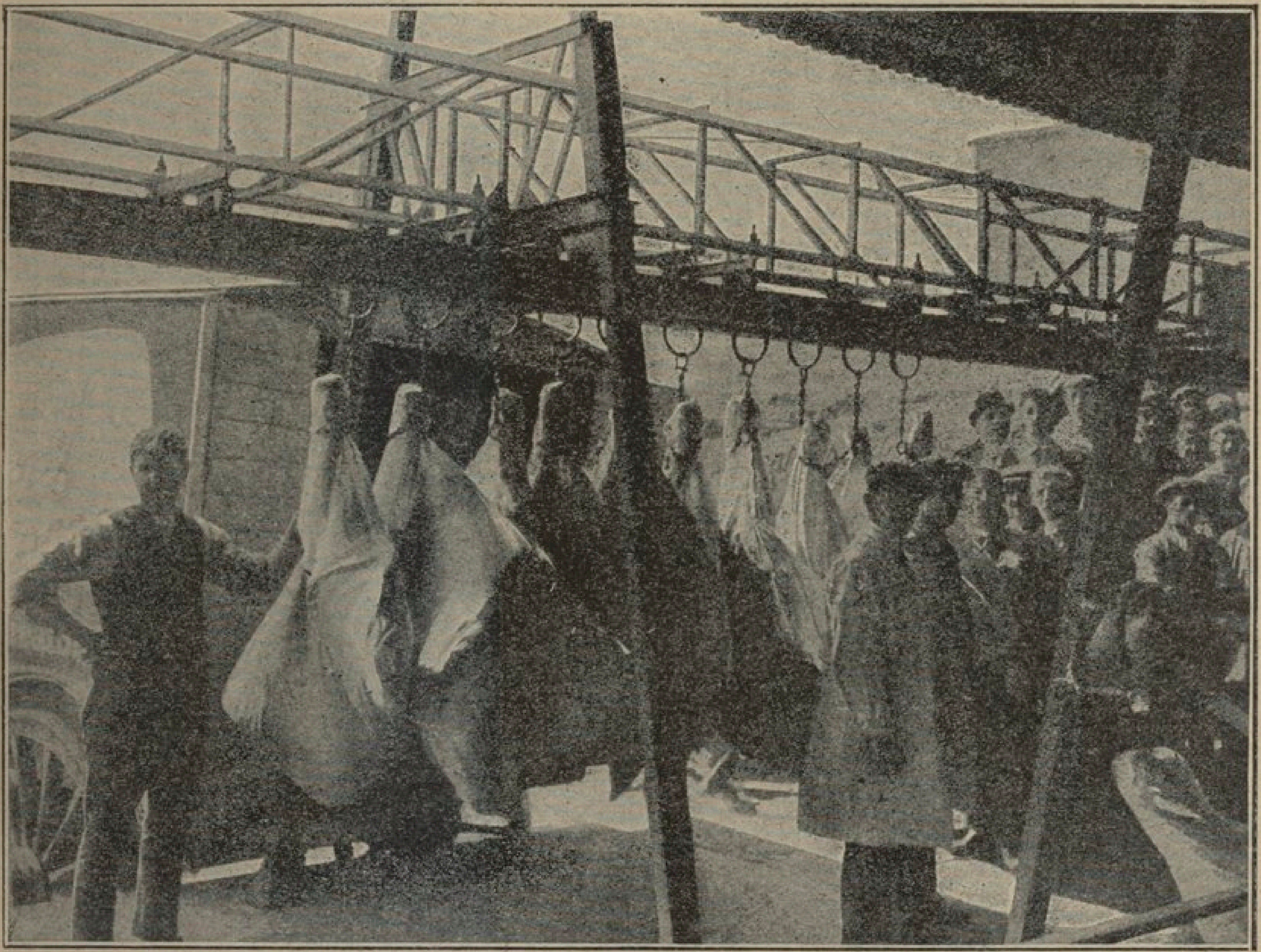
membrure inférieure de la poutre est monté un chariot servant à l'ajustage de la longueur utile des chaînes ainsi que de la position des bâches de manutention quand l'appareil est en service. Sur cette même membrure inférieure est fixé un treuil, dont le câble, passant par une poulie, porte la bâche de chargement qui est flottante et suffisamment lestée d'un contrepoids.

Les chaînes passent sur six poulies de renvoi dont l'une est solidaire d'un engrenage qui lui transmet le mouvement du moteur électrique solidement installé sur la poutre et commandé par un appareil contrôleur à l'extrémité de cette dernière.

La bâche de chargement diffère uniquement de celle qui sert au déchargement par l'inclinaison de la tablette suspendue à ses crochets. Cette tablette, constituée habituellement par une simple planche, ou par une table à rouleaux pour les caisses, est inclinée de façon à faire tomber doucement les matériaux au fond des poches de toile qui passent devant elle. La tablette de la bâche de déchargement est également une planchette inclinée en sens inverse de celle de la bâche de chargement et devant laquelle les chaînes de l'élévateur passent en descendant. Les matériaux transportés sont ainsi retenus et peuvent tomber, sans brutalité, sur une table extérieure fixe quand la traverse inférieure de la poche a dépassé la planchette vers le bas.

Au repos, les chaînes pendent en festons au-dessous des guides, de même que les poches de toile, qui descendent encore plus bas. En service, les chaînes sont tendues entre leurs traverses, et les sangles ne forment plus alors au-dessous des chaînes que des poches largement ouvertes pour recevoir les objets avec une extrême commodité.

Un appareil construit pour la manutention de colis pesant individuellement 100 kilo- chargement dans la cale se fait à la main et au besoin sur plusieurs points simultanément ; le déchargement des colis sur le quai se fait automatiquement et la casse ne dépasse guère un pour cent dans les conditions les plus défavorables, car les chutes de colis sont impossibles, ce qui n'est pas toujours le cas dans les appareils à va-et-vient. On peut ainsi décharger, avec un seul élévateur, 1.500 régimes de bananes à l'heure, sans dégrader



DÉBARQUEMENT DE QUARTIERS DE VIANDE FRIGORIFIÉE

Un transporteur aérien sert à conduire directement les pièces de bœuf frigorifié aux hangars de distribution ou aux entrepôts de mise en réserve

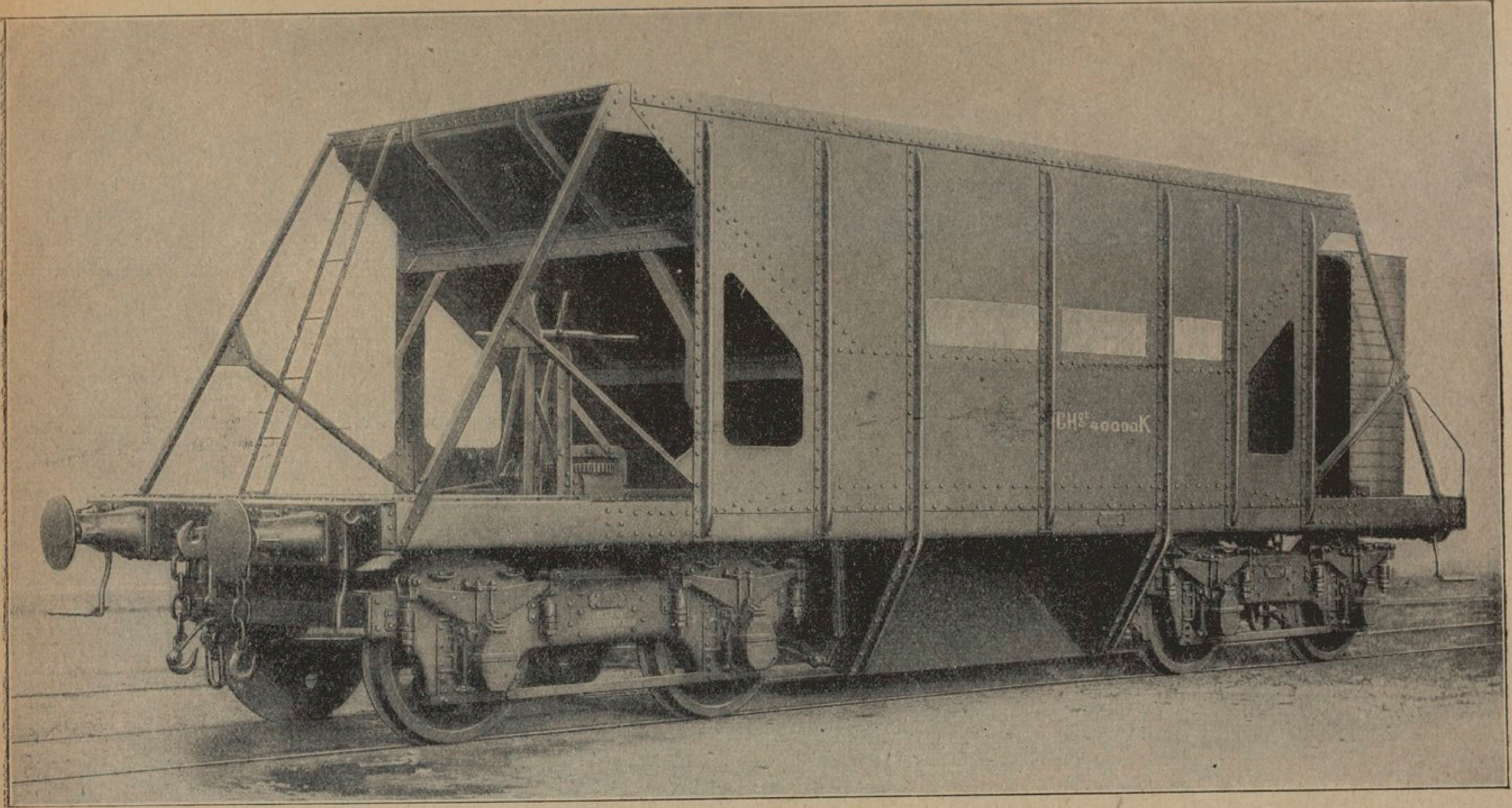
grammes est actionné par un moteur de trois à cinq chevaux, qui imprime aux chaînes une vitesse d'environ 30 centimètres par seconde. Les traverses sont généralement écartées de 1 m. 50 à 2 mètres, suivant les dimensions des objets transportés, et la machine, en ordre de marche, pèse de 2.000 à 2.500 kilogrammes, ce qui n'est pas considérable.

La mise en place, qui se fait très rapidement sans autres engins que les treuils du bord, demande de 15 à 30 minutes. A terre, l'appareil, facilement transportable, se pose tout monté sur un chariot qui permet de le conduire rapidement à l'endroit voulu. Le aucunement cette marchandise qui est cependant réputée pour son extrême fragilité.

L'ensemble d'un élévateur-transporteur de quai, mobile sur rails, est sous le contrôle d'un seul opérateur installé dans une cabine, et tous les mouvements sont commandés par deux moteurs électriques, dont l'un actionne l'appareil proprement dit et l'autre provoque les déplacements du pont roulant et du chariot mobile ainsi que le relevage de la flèche et le jeu du relai compensateur de chaine destiné à régler la hauteur du point de jetée. C'est l'appareil de manutention idéal.

René Carbonnel.

WAGON DE 40 TONNES A DÉCHARGEMENT AUTOMATIQUE POUR LE TRANSPORT DES MINERAIS



La caisse de ce wagon a deux de ses parois inclinées, de manière à favoriser le glissement de la charge sous l'influence de son propre poids quand on ouvre la trémie inférieure. Cette dernière est disposée de manière à pouvoir décharger le minerai, à volonté, soit sous le véhicule, soit sur les côtés de la voie.

LE MATÉRIEL DE CAMPAGNE SECONDAIRE DE NOS ENNEMIS

Le mât périscopique allemand

Lorsque les troupes occupent des tranchées, il est indispensable pour elles d'être renseignées sur les desseins de l'adversaire et d'avoir vue sur le champ de bataille, sans être obligées d'exposer leurs hommes inutilement. De même, lorsque les unités combattent à découvert, il est utile, pour les chefs, de posséder un moyen d'observer les mouvements de l'ennemi que cachent les ondulations du terrain.

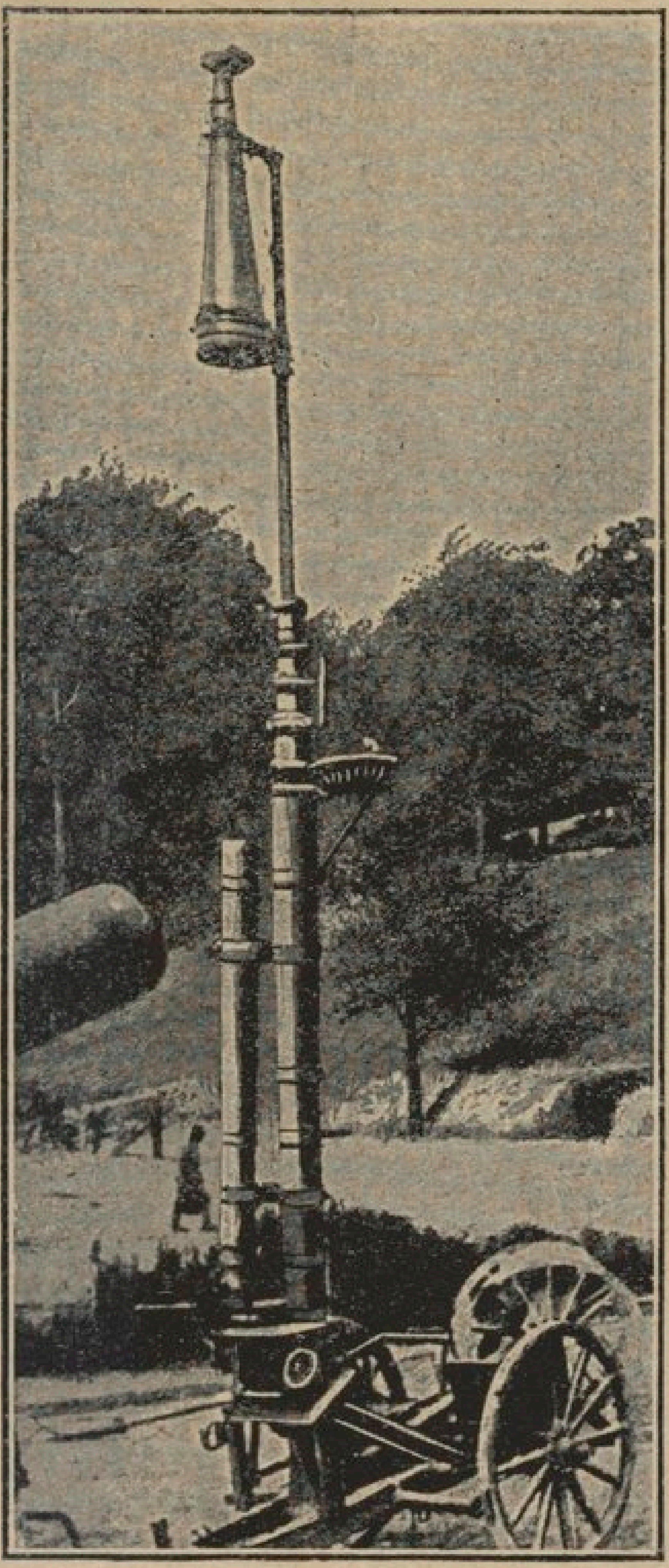
Pour être assurés d'obtenir ce résultat, les Allemands ont construit un mât périscopique, appelé *Mastfernrohr*, qui leur permet de fouiller les environs par-dessus les parapets des tranchées ou par-dessus les petites élévations qui barrent l'horizon. Ce mât est constitué par sept tubes de cuivre pouvant rentrer les uns dans les autres ; il mesure, quand les tubes sont bout à bout, 25 mètres de longueur. A sa partie supérieure est fixé un cône optique ; une lunette optique est placée le long du mât, près de sa base, en même temps qu'un appareil de réglage.

L'instrument est porté par un train de roues. Pendant les déplacements, le mât, avec ses tubes rentrés, n'a que 5 mètres de long et repose horizontalement dans un collier.

Lorsque le mât périscopique doit être utilisé, le train de roue est rendu immobile à l'aide de deux vérins, puis le tube est dressé verticalement, cette position étant vérifiée au moyen de deux niveaux. Un homme tourne ensuite une manivelle qui, par un mécanisme spécial, fait se développer tous les tubes ensemble et d'une même longueur à la fois.

Le cône optique contient un prisme qui renvoie les rayons vers la base du mât, où un nouveau prisme et une lentille les condensent vers la lunette ; les rayons y forment alors une image comme dans le télescope. Les oculaires employés sur la lunette sont susceptibles de grossir les objets quatorze fois et vingt et une fois.

L'observateur qui se sert du mât périscopique a à sa portée un volant qui agit par l'intermédiaire d'une tringle sur le prisme du cône de façon à l'orienter au-dessus ou au-dessous d'un plan horizontal. Il peut ainsi avoir un champ de vision très étendu. Un second volant permet de faire tourner le cône optique sur lui-même afin de découvrir successivement et facilement tous les points de l'horizon.



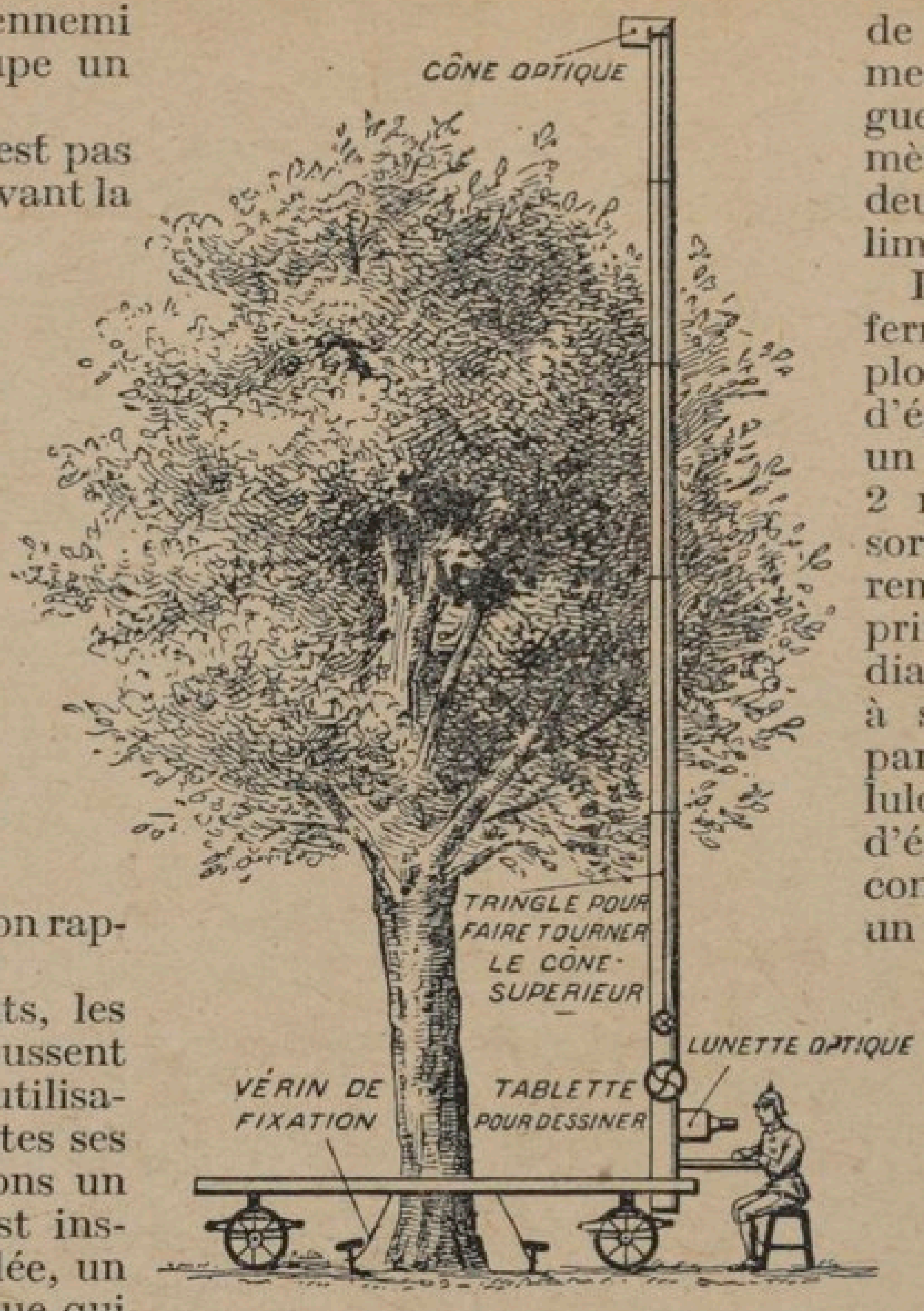
LE « MASTFERNROHR »

Au-dessous de la lunette se trouve un porte-carte qui permet de dessiner. Il est, en outre, possible, grâce à un dispositif spécial, de prendre des photographies, en adaptant une petite chambre noire à la lunette.

Tous les mâts périscopiques sont construits à Iéna, par Carl Zeiss. Ils sont servis par des sections spéciales appelées *Mastfernrohrtrupp*, dont le nombre dépasse actuellement la centaine. L'ordre est donné à ces troupes de se servir de leurs instruments, dans la guerre de mouvement, en dressant le mât le long d'un arbre dont le faîte est dépassé par le cône optique et d'abriter la base dans une casemate protégée, chaque fois qu'il est possible. Il est incontestable que ces instruments, qui ont leurs diminutifs dans les périscopes de tranchées, rendent les plus grands services, surtout par les temps clairs, car il ne faut pas oublier que la possibilité de voir les positions

les mieux masquées de l'ennemi constitue pour une troupe un avantage incontestable.

Le mât périscopique n'est pas d'invention allemande ; avant la guerre, nos alliés russes possédaient des instruments à peu près semblables à celui que nous venons de décrire, moins perfectionnés peut-être. Ils avaient également — et ils ont encore — des observatoires d'artillerie montés sur chariots attelés et constitués par des échelles se développant verticalement au moyen d'une manivelle. Nos batteries n'ont-elles pas à leur disposition un matériel portatif d'observation rappelant le système russe ?



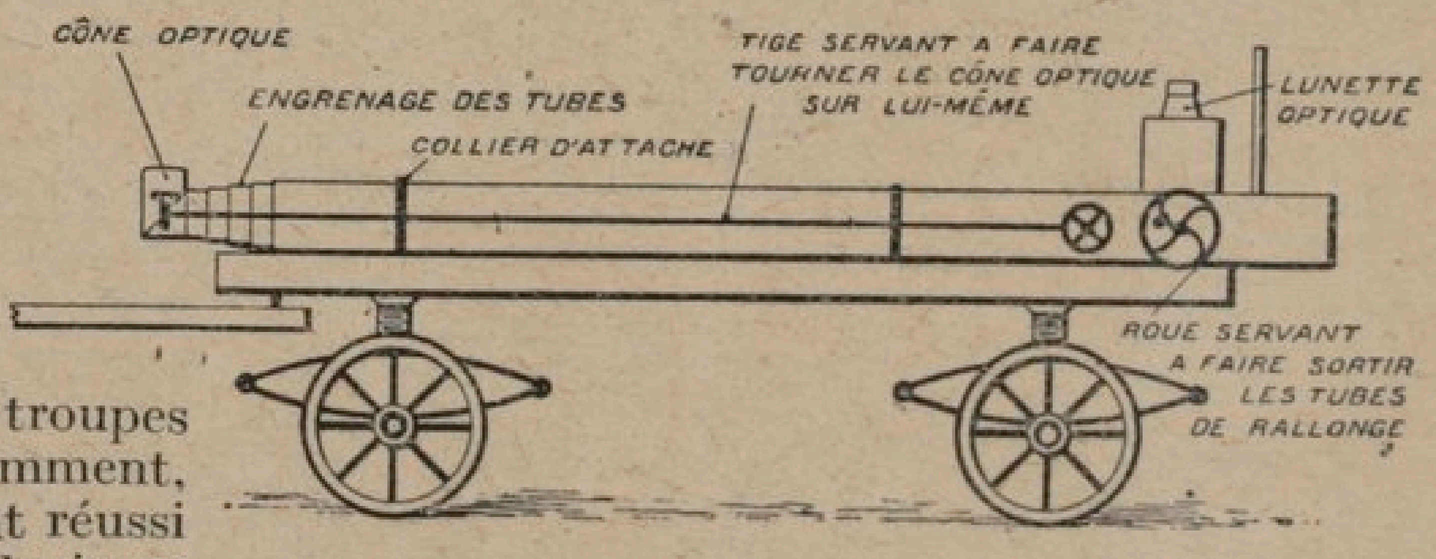
LE MAT, PROTÉGÉ PAR UN ARBRE, EST EN POSITION SUR LE TERRAIN

De tous les belligérants, les Anglais sont ceux qui poussent à ses extrêmes limites l'utilisation du périscope sous toutes ses formes, et nous connaissons un village de la Somme où est installé, dans une cave blindée, un appareil à mât périscopique qui permet de voir, par-dessus des obstacles naturels assez élevés, ce qui se passe dans les retranchements des Allemands situés en face.

Les Italiens possèdent également, pour observer sans risques les positions autrichiennes, un appareil constitué par une série de tubes, se télescopant. Des prismes disposés à l'intérieur de ces tubes renvoient les images dans un miroir placé à la base.

Le tube incendiaire des pionniers du Kaiser.

Les Allemands utilisent depuis un certain temps déjà, sur les divers fronts, un engin perfectionné capable de produire une flamme puissante et très chaude à laquelle rien, en général, ne peut résister.



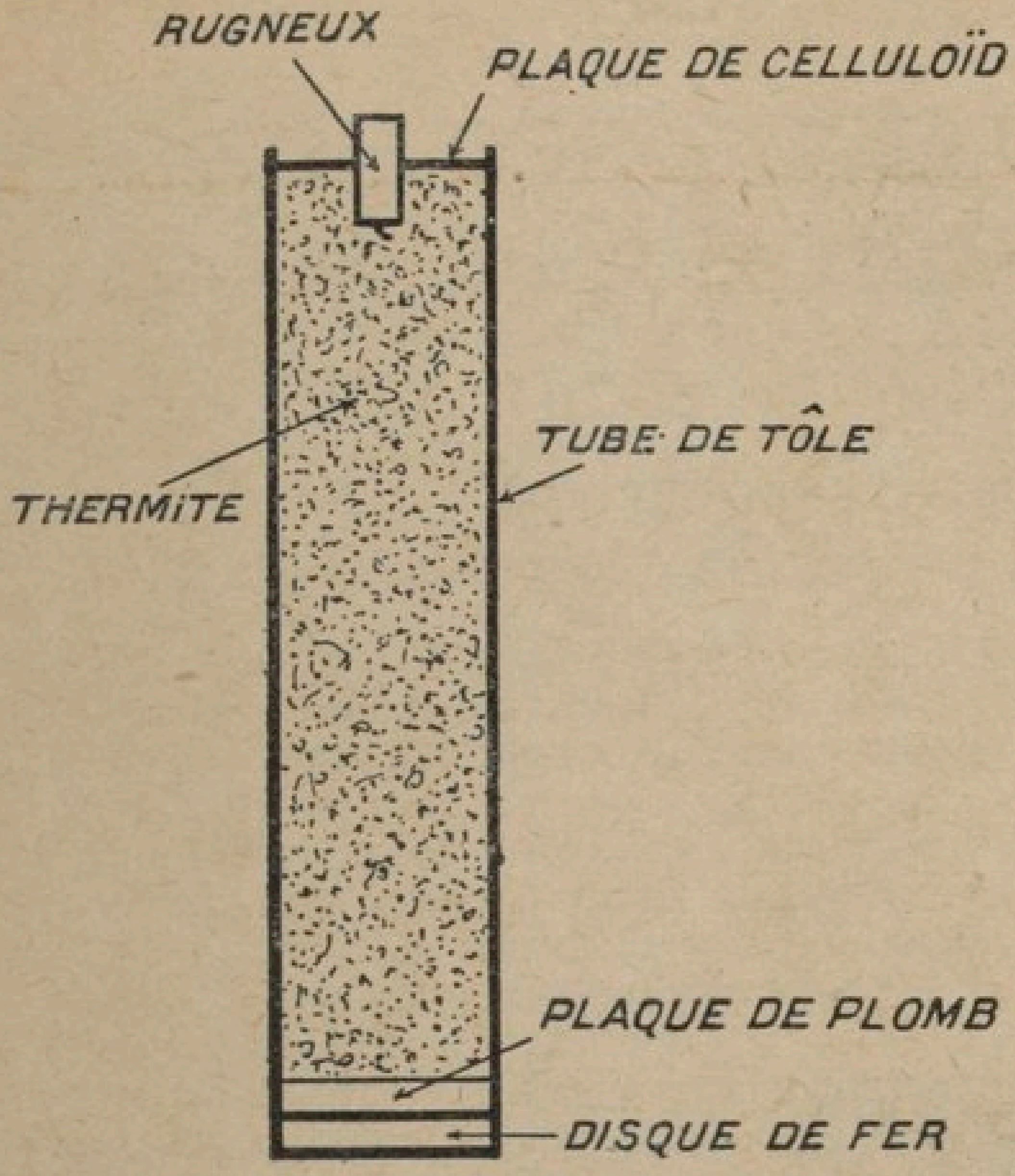
CHARIOT SERVANT A TRANSPORTER LE MAT

Dans les divers coups de main que nos troupes ont effectués récemment, nos fantassins ont réussi à s'emparer de plusieurs de ces tubes incendiaires, auxquels nos ennemis ont donné le nom de *Brandrohr*. Ce sont des cylindres en tôle emboutie dont les dimensions sont de deux sortes : tantôt l'engin a 50 centimètres de longueur et 10 centimètres de diamètre ; tantôt il mesure 39 cm. 5 en longueur et 5 cm. 5 en diamètre. La tôle, dans les deux cas, n'a qu'un millimètre d'épaisseur.

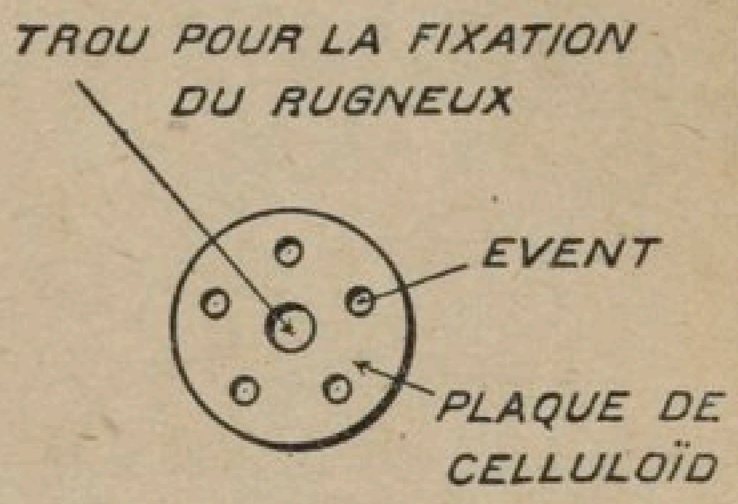
Le fond du tube est fermé par un disque de plomb de 7 millimètres d'épaisseur que renforce un disque de fer de 2 millimètres. Cette sorte de gargousse est remplie de thermite comprimée. Le tube incendiaire chargé est obstrué à sa partie supérieure par une plaque de celluloïd de 4 millimètres d'épaisseur. Ce disque comporte six évents et un trou central taraudé dans lequel est fixée la pièce de mise de feu, qui consiste en un rugueux ordinaire que l'on arrache au moment voulu à l'aide d'une ficelle. On sait que la thermite est un mélange intime de poudre d'aluminium et d'oxyde de fer, qui, porté à une température élevée, donne naissance à une très vive réaction. L'aluminium s'oxyde aux dépens de l'oxyde de fer, dont le métal est mis en liberté et se liquéfie par suite du dégagement de chaleur considérable qui résulte de cette décomposition.

L'arrachement du rugueux a justement pour but de fournir la température élevée nécessaire pour amorcer la réaction. Il se produit alors pendant une minute environ une flamme qui s'échappe par la partie supérieure de l'engin dont la plaque obstruante, en celluloïd, est volatilisée. La flamme atteint 2 mètres de longueur et dégage une chaleur voisine de la température de fusion du fer. On conçoit la très grande puissance incendiaire de ce tube.

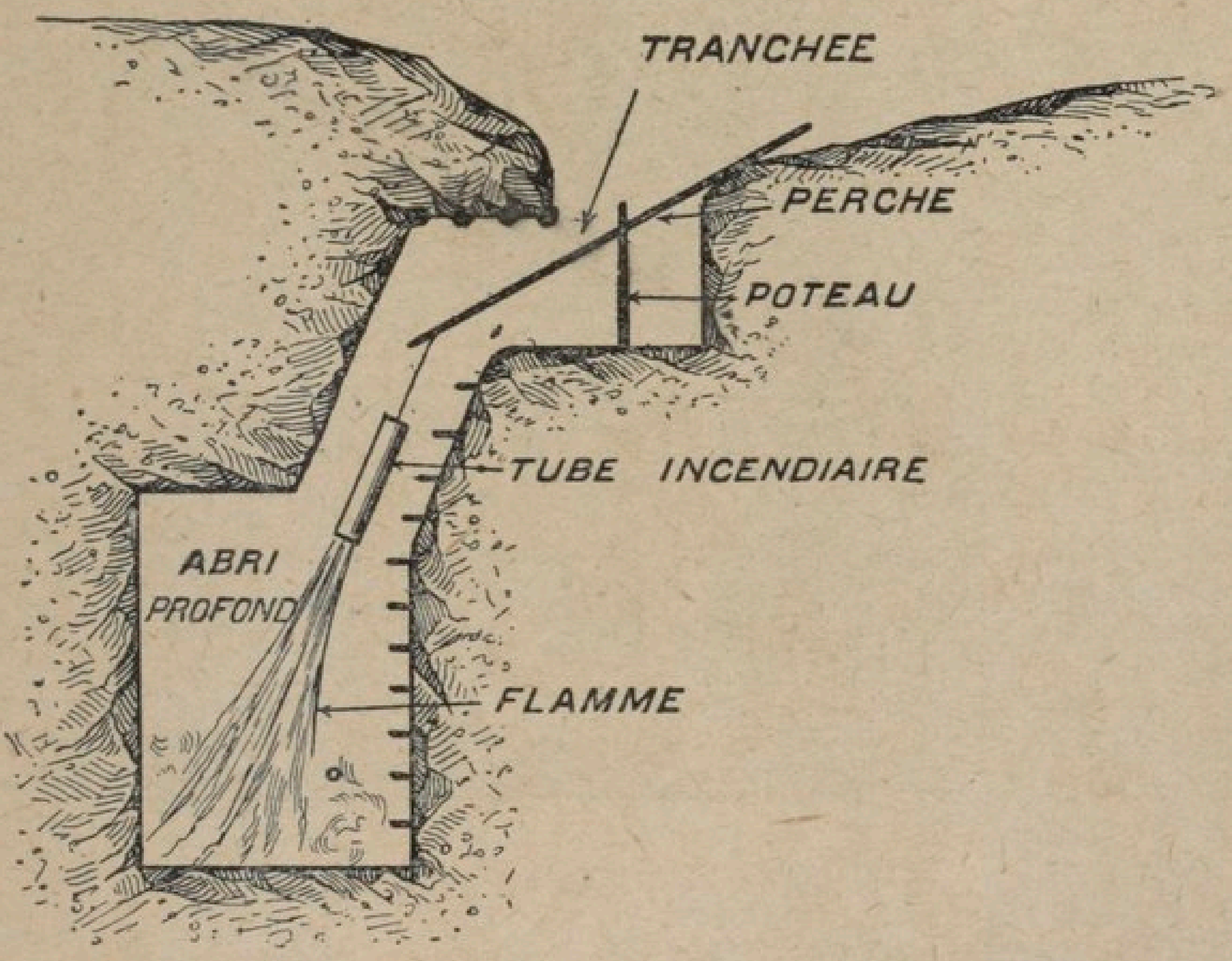
En raison de cette chaleur, les soldats allemands ne peuvent conserver le tube incendiaire dans les mains. Ils sont obligés de le jeter dans les locaux auxquels ils ont l'ordre de mettre le feu, ou bien ils l'attachent au bout d'une perche en orientant la gargousse



1. COUPE SCHEMATIQUE DU TUBE



2. FERMETURE SUPERIEURE DU TUBE



3. TUBE INCENDIAIRE ALLEMAND EMPLOYE POUR NETTOYER UN ABRI

de façon que la flamme qu'elle produit aille lécher les lieux condamnés à l'incendie.

Nos ennemis se servent de leur engin dévastateur soit pour détruire par le feu les villages, soit pour nettoyer les tranchées ou les blockhaus lorsqu'ils ont réussi une attaque. On conçoit aisément que les hommes restés cachés dans les abris souterrains ne peuvent résister aux effets du tube incendiaire ; ils sont obligés de se rendre s'ils veulent échapper à la mort. Ces engins infernaux sont généralement manœuvrés par les pionniers.

LES A-COTÉS DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

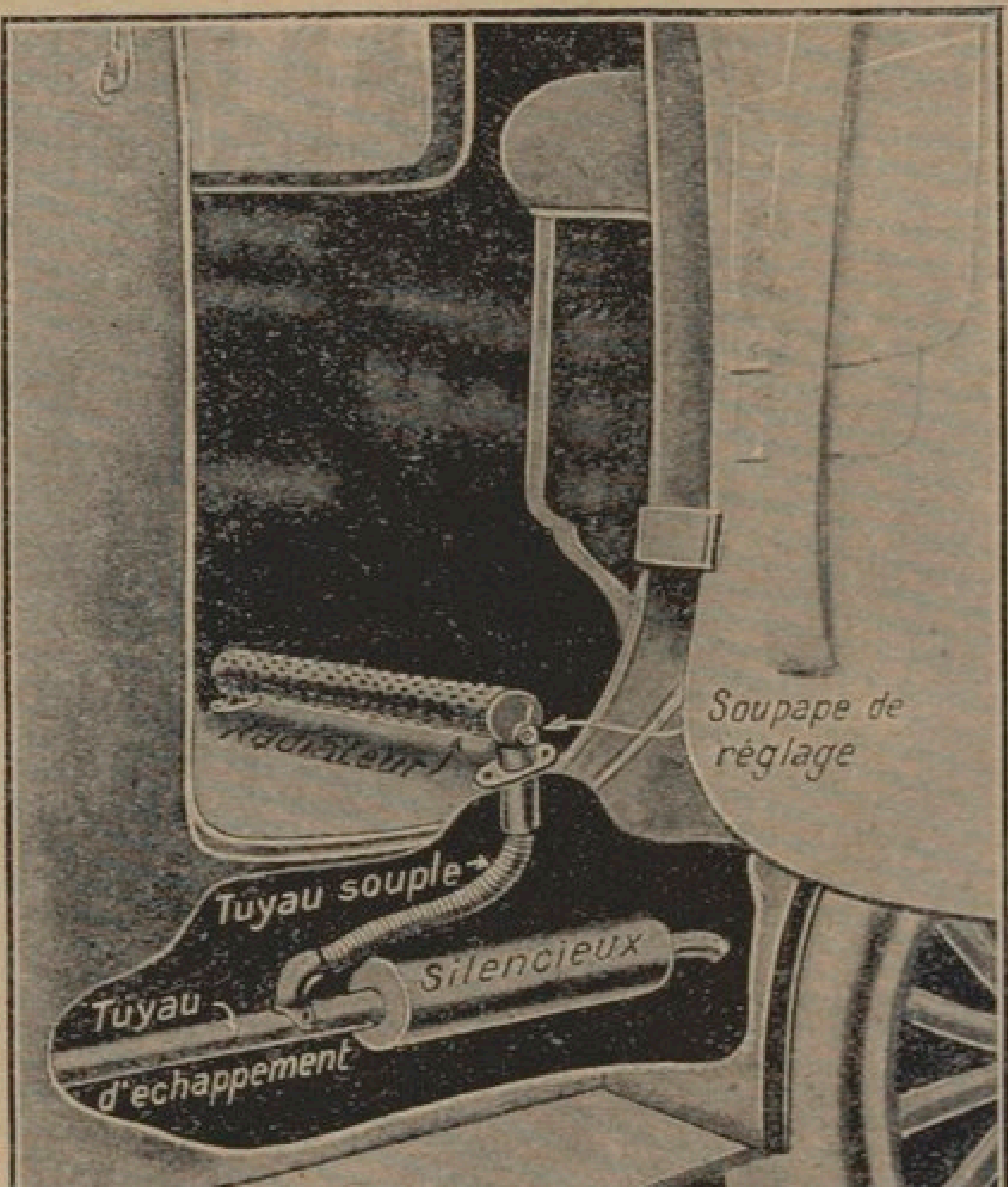
Par V. RUBOR

Quelques accessoires nouveaux exposés au dernier Salon américain de l'Automobile

Dans un article récent (Voir la *Science et la Vie* n° 30, de décembre-janvier 1917, page 72), M. Mortimer-Mégret nous a dépeint la prospérité exceptionnelle que connaît l'industrie automobile américaine depuis le commencement de la guerre, et, incidemment, il a parlé du confort et des commodités dont le constructeur yankee aime à doter ses voitures. Nous avons aujourd'hui la bonne fortune de donner à nos lecteurs un aperçu de quelques nouveautés concernant les accessoires d'automobiles que l'on pouvait remarquer au dernier Salon de New-York, et sur lesquelles notre aimable confrère, le *Scientific American*, a bien voulu communiquer à notre correspondant quelques renseignements et photographies.

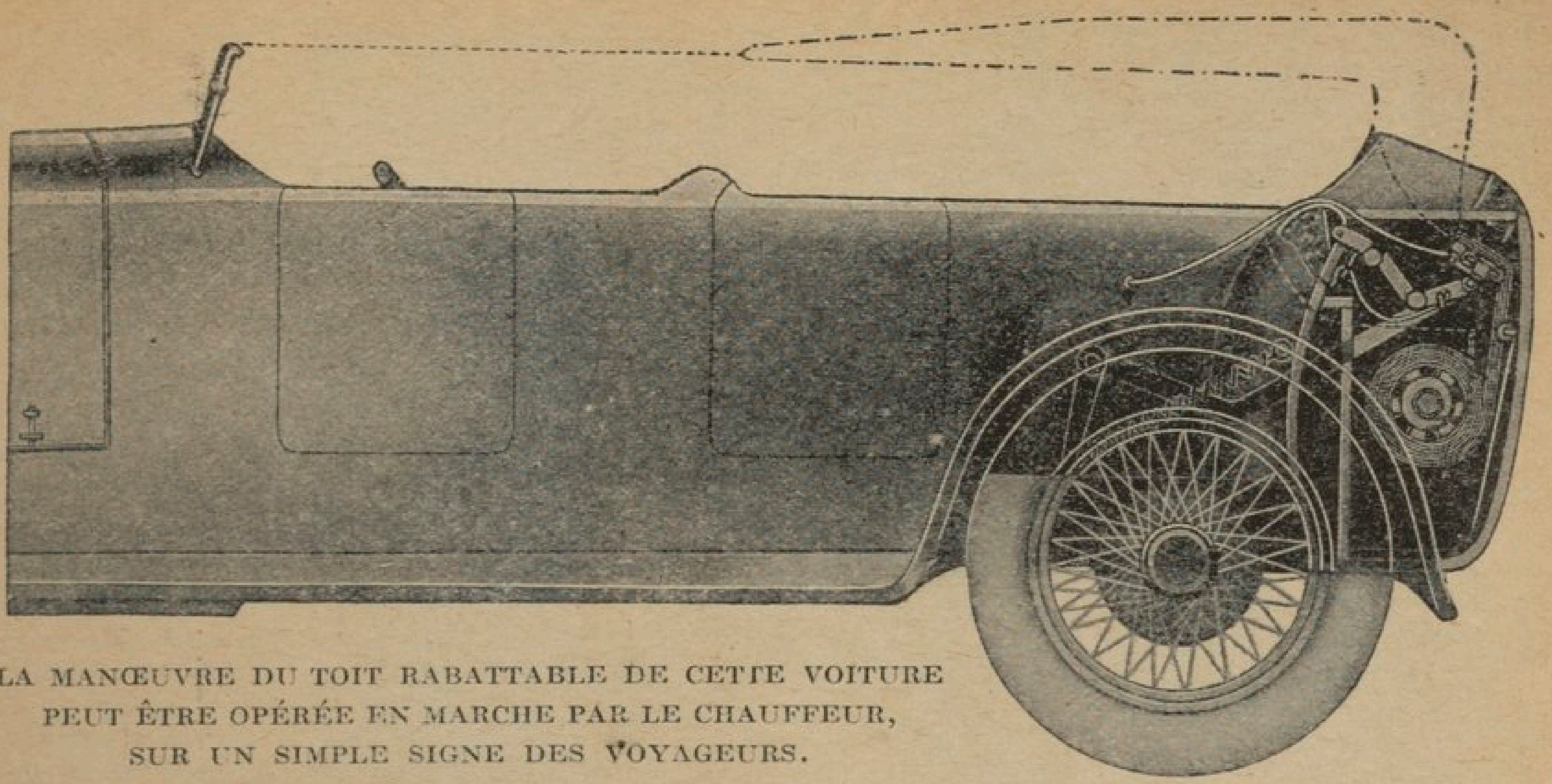
Voici d'abord un dispositif permettant de chauffer l'intérieur d'une voiture en hiver sans aucun frais. Il utilise simplement, en effet, une partie des gaz d'échappement provenant des cylindres du moteur. Notre gravure dispense, croyons-nous, de toute explication complémentaire. Bien entendu, le type de radiateur peut varier à l'infini et être installé à l'endroit le plus convenable : sous le plancher ou au-dessus. Quant à la température, on la règle très facilement en manœuvrant à volonté la soupape d'admission prévue à cet effet.

La gravure de la page suivante montre un dispositif non moins intéressant destiné à mettre en place, rapidement et sans arrêter la voiture, le capot pliant formant toit dont sont munies toutes les carrosseries ouvertes. Ce capot, de toile imperméable, est ici maintenu enroulé, comme un store automatique, sur un tambour installé à l'arrière de la voiture, dans une caisse qui épouse les formes de la carrosserie. Au moyen d'un levier placé à son côté et qui est réuni à l'extrémité du capot au moyen d'un cordon, le conducteur remonte ou rabat le toit, sans avoir à s'arrêter, ni à se déplacer sur son siège. Les voyageurs ne participent en rien à la manœuvre, pas plus qu'elle ne les gêne : ils n'ont qu'à ordonner. C'est extrêmement simple, mais comme toujours, il fallait y penser.



UNE AUTO CHAUFFÉE ÉCONOMIQUEMENT

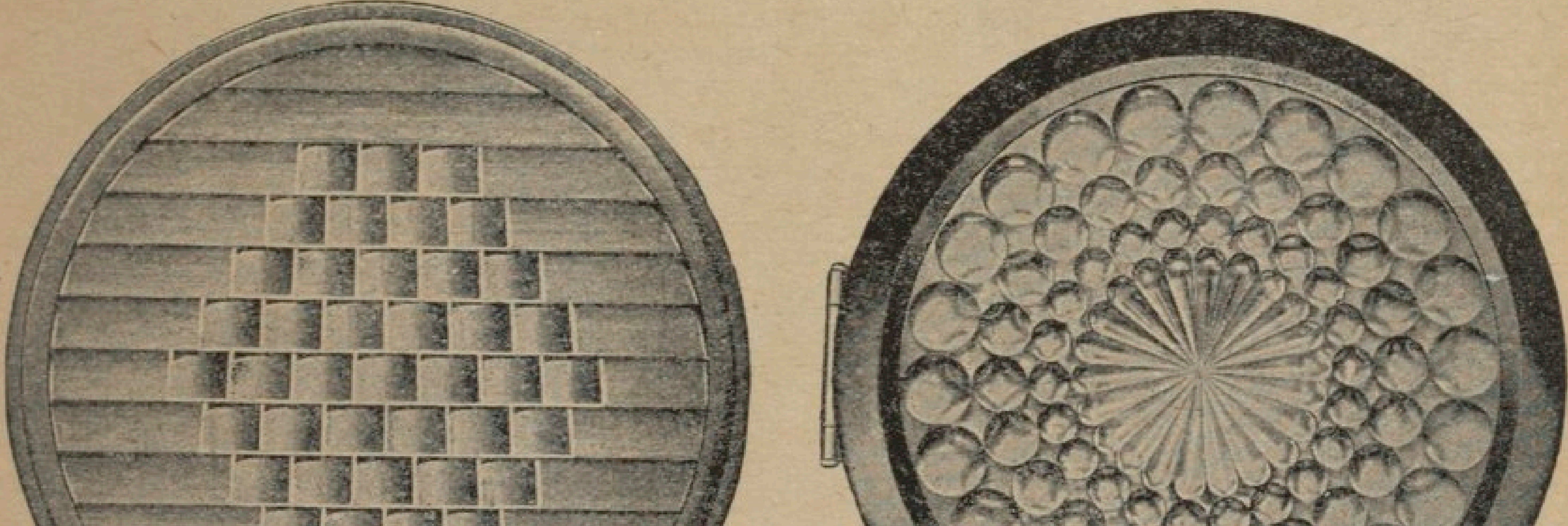
Voici plus loin deux glaces de lanternes ou phares pour lesquelles leurs inventeurs revendiquent de nombreux avantages, à peu près les mêmes d'ailleurs. Elles augmenteraient, paraît-il, l'intensité et la portée du foyer lumineux, élimineraient l'éblouissement du chauffeur, pénétreraient le brouillard, la poussière et la fumée, permettraient un puissant éclairage de côté, autrement dit l'éclairement de toute la largeur de la route, ne se recouvriraient pas de poussière et de boue, ni de neige ou de gelée — nous ne voyons pas bien pourquoi. Enfin, et c'est évidemment là le grand avantage que ceux qui les vendent peuvent leur reconnaître, elles s'adapteraient facilement à tous les types de lanternes et de phares. Comme on peut le remarquer, sur les photographies, elles sont formées l'une et l'autre d'un grand nombre



LA MANŒUVRE DU TOIT RABATTABLE DE CETTE VOITURE PEUT ÊTRE OPÉRÉE EN MARCHE PAR LE CHAUFFEUR, SUR UN SIMPLE SIGNE DES VOYAGEURS.

d'éléments lenticulaires cylindriques, prismatiques, sphériques, coniques, etc., choisis et assemblés selon le point de vue optique particulier à leur inventeur.

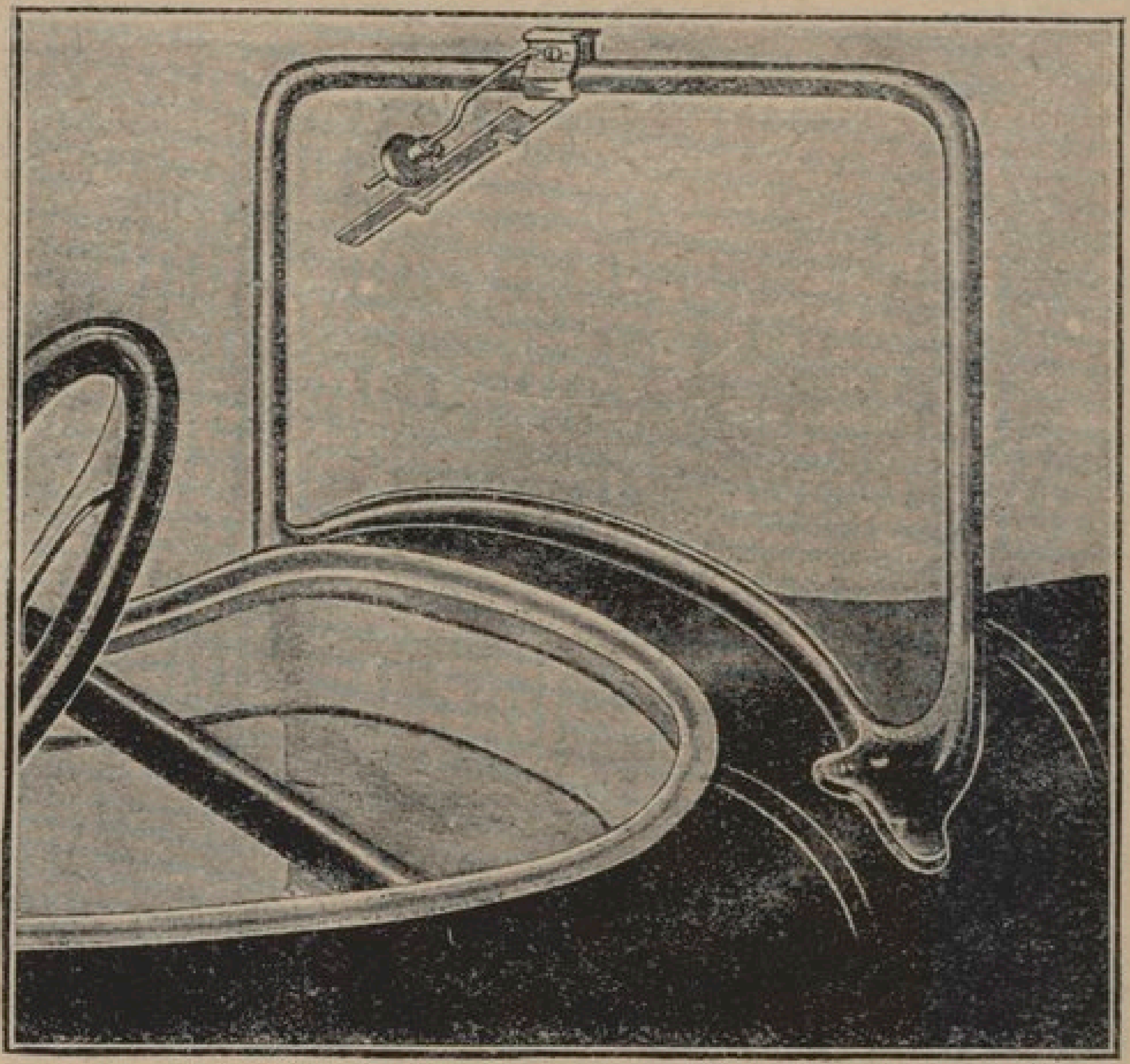
Tenir tout au moins une partie de la glace du pare-brise — celle qui se trouve à la hauteur du rayon visuel du conducteur — propre et nette, c'est à quoi prétend le dispositif qu'on trouvera plus loin. L'idée n'est pas nouvelle, mais, si simple qu'il puisse paraître, le problème, qui consiste à permettre une bonne vision de la route à travers le pare-brise, qu'il neige ou pleuve, que la boue ou la poussière s'attachent à la glace, n'est pas facile à résoudre convenablement et simplement. De nombreux chercheurs ont préconisé des solutions plus ou moins pratiques, dont il semble qu'aucune n'ait été retenue. Le kronprinz lui-même — au temps où des soucis moins sombres l'absorbaient, et sans doute « pour faire comme papa », s'était essayé à produire un dispositif « *uber alles* ». Je ne sais si l'inventeur du système que nous reproduisons ici croit avoir trouvé mieux, mais, en tout cas, il ne s'est pas, semble-t-il, mis beaucoup l'esprit à la torture. Voici, en effet, en quoi consiste sa petite invention : Une sorte de réglette, appuyée par un ressort contre la face extérieure de la glace, peut décrire autour d'un axe à curseur monté sur le dessus du châssis un demi-cercle ; la réglette étant garnie d'une bande de feutre, de caoutchouc ou de toute autre matière appropriée, nettoie la surface de ce demi-cercle, en moins de temps qu'il n'en



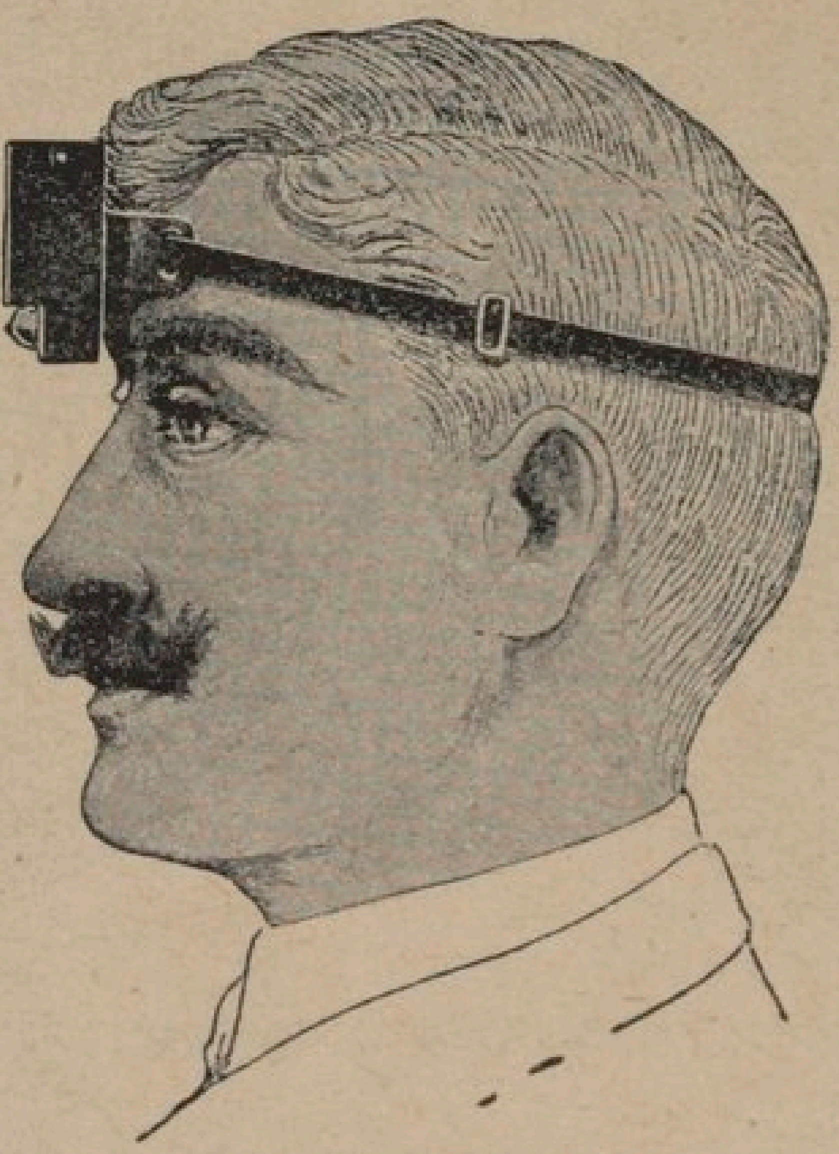
GLACES DE LANTERNES LENTICULAIRES RENFORÇANT L'INTENSITÉ ET LA PORTÉE LUMINEUSES

faut pour l'écrire. Du côté intérieur de la glace, un petit levier à bouton permet au conducteur d'effectuer cette opération d'un simple coup de pouce, et aussi souvent qu'il est nécessaire.

Achevons notre petite revue. Il est bien évident que pour inspecter, nettoyer ou réparer son moteur ou toute partie du mécanisme de sa voiture, le conducteur ou le mécanicien peut être contraint de s'éclairer, en particulier s'il doit se glisser sous le châssis. D'ordinaire, chez nous, sauf peut-être dans les grands garages, on prend dans ce cas une bougie, on la pose sur le sol ou on la tient d'une main, ou bien encore on la confie à un aide. Si on la tient, on n'a qu'une main libre et l'autre sert de réceptacle aux gouttes chaudes de stéarine, qui viennent s'y solidifier ; si on la pose, elle n'éclaire pas l'endroit voulu, tombe, s'éteint ; se baisse-t-on un peu trop, on se brûle la moustache ou la barbe ou bien les cheveux ou les cils ; enfin, si on la confie à un aide, il est évident que l'on immobilise un homme qui pourrait être plus utile ailleurs. Il est à penser que la guerre actuelle, qui a mis en évidence les innombrables petits services que peut rendre la lampe électrique de poche, nous vaudra l'abandon de pratiques aussi détestables, mais encore le chauffeur doit-il, dans le cas particulier qui nous occupe, chercher à retirer le maximum d'utilité efficace de la lampe électrique portative de petites dimensions. C'est ce que se sont dit les auteurs des deux dispositifs d'éclairage reproduits ici. Tous deux permettent au mécanicien d'avoir les mains libres pour travailler. Je donnerai pourtant la préférence au premier, qui consiste, comme on le voit, à se fixer la lampe sur le front, très près des yeux, au moyen d'un ruban élastique, la pile sèche étant en poche afin d'alléger l'appareil. Que le regard se porte d'une pièce sur une autre, automatiquement, le pinceau lumineux en fait autant. Le second dispositif est peut-être plus curieux, encore que son emploi soit plus limité. La lampe est fixée dans une monture renfermant dans le fond un petit électro-aimant alimenté, ainsi que l'ampoule, par un cordon souple relié aux accumulateurs de la voiture. Le fond de l'armature, en fer doux, forme l'épanouissement extérieur du noyau de l'électro, de sorte que vous placez la lampe, ou mieux, littéralement, *vous la collez* où vous voulez, du moins autant qu'il se trouve du fer ou de l'acier à proximité du point à éclairer. La partie intérieure de la monture est en laiton nickelé ou argenté à l'intérieur pour former réflecteur. D'autre part, l'ampoule fonctionne sous six volts ; par conséquent, elle est plus forte que celle des lampes de poche ordinaires.



POUR TOUJOURS BIEN VOIR A TRAVERS LE PARE-BRISE

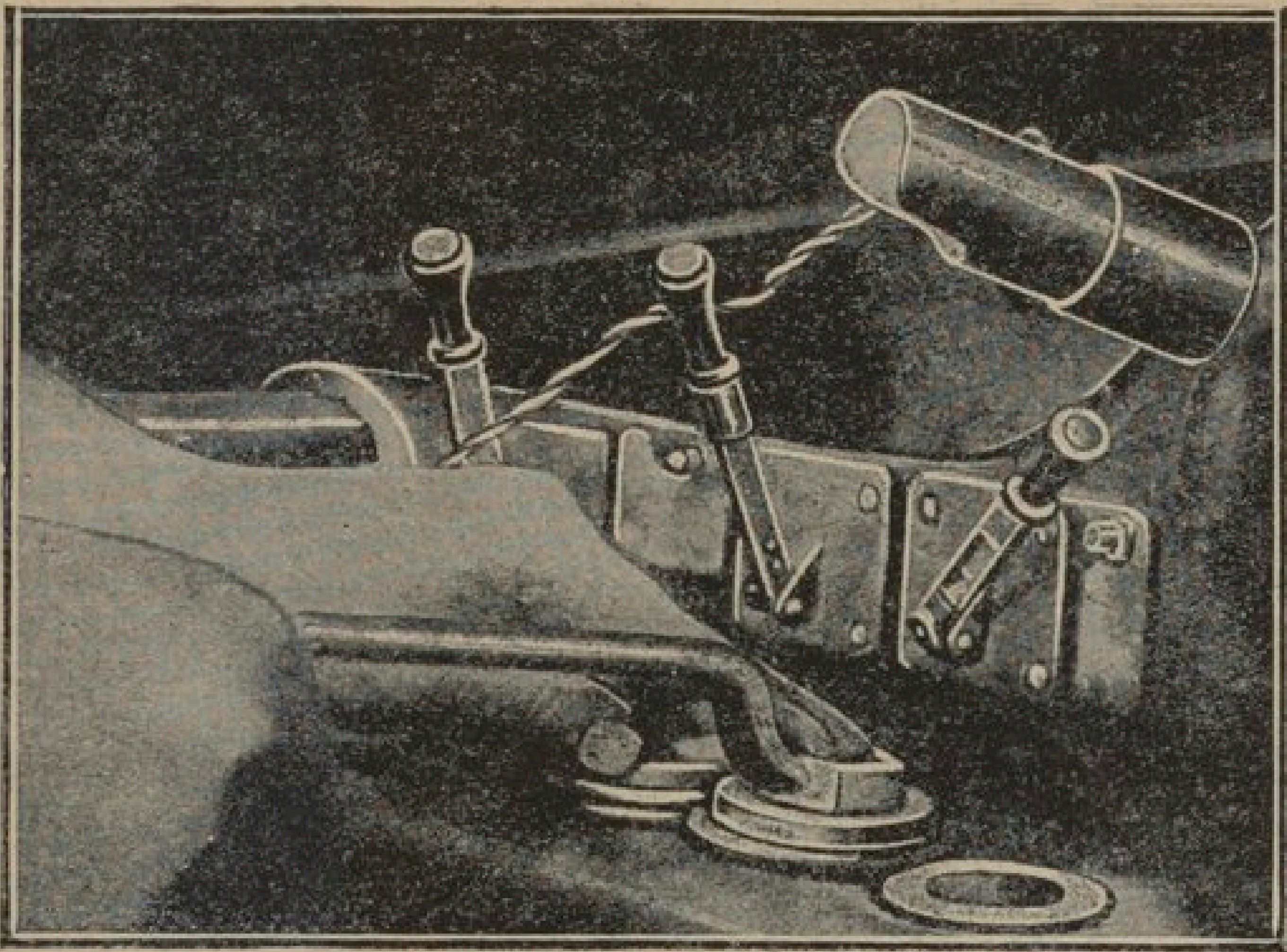


NOUVEAU CYCLOPE, CE CHAUFFEUR PORTE UN ŒIL AU MILIEU DU FRONT

L'Américain, grand amateur de tourisme et de "camping", part souvent en famille et va se livrer, sur le bord des grands lacs, aux charmes de la pêche. Pour suppléer à l'absence d'hôtels, il a su équiper sur son automobile maints dispositifs ingénieux et pratiques. Sur le marche-pied de la voiture, des agrafes mobiles pour courroies faciliteront l'arrimage de malles et valises diverses, d'un fourneau de cuisine alimenté au gaz d'essence, de toute la vaisselle nécessaire au service.

D'une enveloppe en toile qu'on supposerait contenir des cannes et des manteaux, on

sortira de quoi monter une table et des sièges pour six personnes. Sous la capote du torpedo, on disposera un lit de sangle et, sur un des côtés de la voiture, une toile tendue abritera un autre lit démontable. Mieux encore, — car tout est prévu pour ne laisser personne à la maison, — un berceau en toile, pliant comme les canots Berthon, se suspend au dossier du siège avant et un ressort spécial aide à bercer et endormir le gosse.



LAMPE MAGNÉTIQUE QUE L'ON « COLLE » A COTÉ DES PIÈCES A RÉPARER, A VISITER OU A NETTOYER

Tout est si bien calculé, si habilement serré et réduit au plus petit volume que l'auto n'a pas l'air d'emporter une maison (de toile assurément) et son mobilier complet.

Accrochage électro-magnétique des wagons de chemins de fer

Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'on se préoccupe de réaliser l'accrochage ou l'attelage automatique des wagons de chemin de fer, en vue d'éviter les accidents très nombreux qui résultent de la nécessité actuelle pour l'homme d'équipe de s'interposer entre les véhicules pour effectuer cette opération. De nombreux systèmes ont été essayés et même adoptés à l'étranger, et nos compagnies de chemins de fer donnaient justement à ce problème, avant que les hostilités n'éclatassent, toute l'attention qu'il mérite.

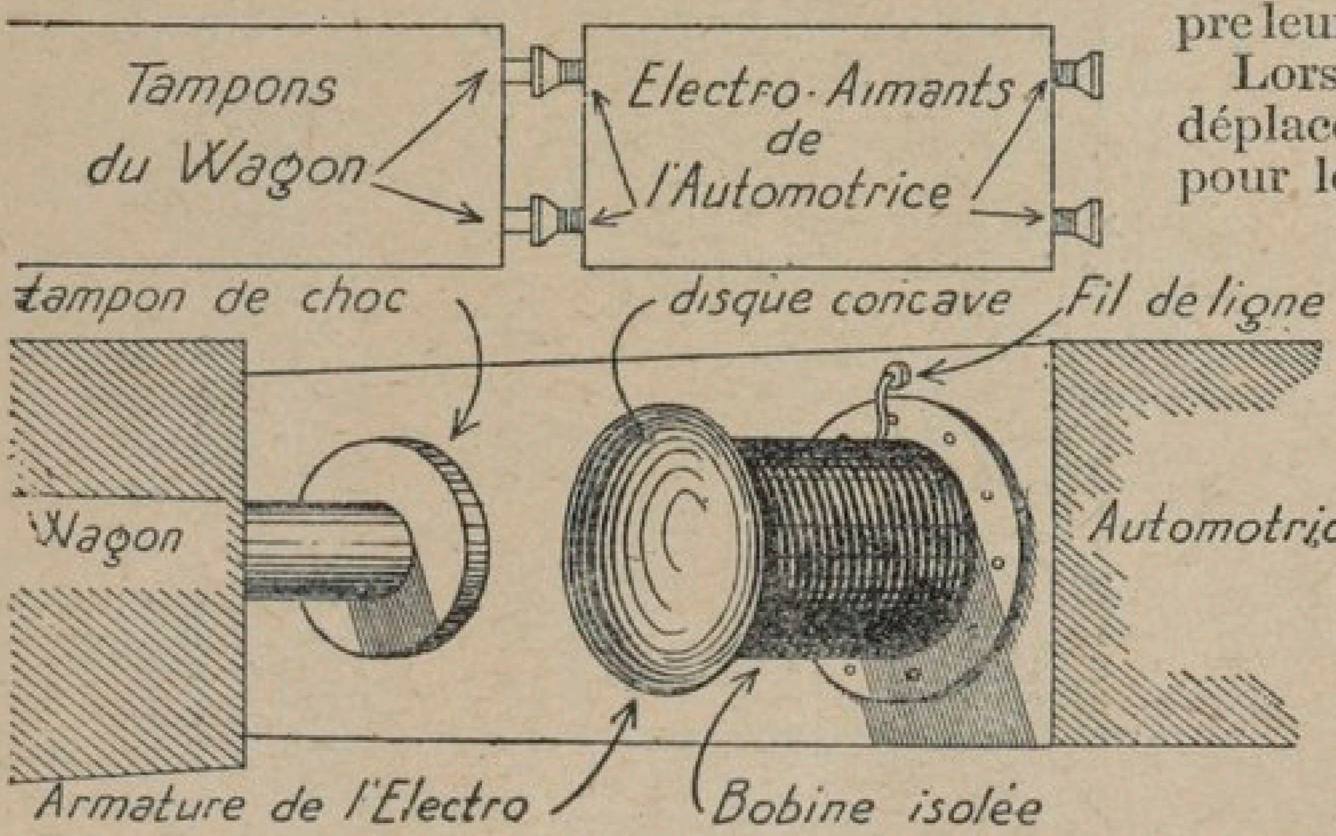


SCHÉMA DE L'ATTELAGE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE ADOPTÉ PAR UNE COMPAGNIE SUISSE DE CHEMINS DE FER

Les systèmes proposés sont pour la plupart purement mécaniques. C'est en quoi diffère celui qu'une compagnie suisse de chemins de fer a adopté récemment pour la manœuvre des wagons dans ses ateliers et dépôts de Berne. Empressons-nous toutefois de dire que, si le système en question convient parfaitement à ce service spécial, il ne saurait, tout au moins sans des modifications qui sont peut-être irréalisables, être appliqué à la traction proprement dite des trains dans le trafic normal. Quoi qu'il en soit, voici en quoi il consiste : L'automotrice à accumulateurs électriques utilisée pour manœuvrer les wagons possède, à l'avant et à l'arrière, en guise de tampons, une paire de puissants électro-aimants formés chacun d'une bobine isolée et d'un noyau dont l'extrémité postérieure s'épanouit en forme de disque concave pour épouser la surface convexe des tampons de wagons. Bien entendu, le diamètre des disques concaves est calculé de manière à laisser un jeu appréciable pour l'introduction des tampons de choc.

Un interrupteur placé à portée de la main du mécanicien permet facilement d'exciter les électros ou d'interrompre leur courant à volonté.

Lorsqu'il est besoin de déplacer un wagon, soit pour le changer de voie, soit pour l'incorporer dans un convoi en formation, le mécanicien pousse sa voiture contre le wagon et ferme le circuit de la paire d'électro-aimants qui doit être utilisée, juste avant que le contact ne s'établisse entre les deux véhicules; l'accrochage se fait alors automatiquement et très solidement. Point n'est besoin, si le wagon n'est pas ou n'est que peu chargé, d'exciter les deux électros : un seul suffit simplement.

La compagnie de chemins de fer suisse en question est, paraît-il, très satisfaite de son innovation qu'elle trouve même éco-

nomique, parce qu'elle diminue ses frais d'assurance sur les accidents et parce que, aussi, elle économise beaucoup de main-d'œuvre.

Un nouveau modèle de cuirasse

Un Anglais, M. Denny, a inventé un nouveau modèle de plaque de cuirasse qui consiste en une série de tubes d'acier ou de tout alliage résistant, assemblés dans un châssis boulonné aux extrémités, comme le montre notre figure 1, ou soudés à l'acétylène, comme ceux que présentent notre fig. 2. Le principal avantage de ce système de protection blindée serait, au dire de M. Denny, que la courbure de la surface des tubes tend à faire ricocher le projectile sur les côtés. L'inventeur prétend aussi que lorsque les tubes sont montés de manière à pouvoir osciller, ils amortissent les chocs des balles à la façon de coussins ou de matelas élastiques, sans se laisser pénétrer. Des essais effectués en Angleterre avec des balles du fusil réglementaire ont corroboré les dires de M. Denny, tout au moins en ce qui concerne le ricochet. Ainsi, on voit clairement, sur la figure 1, que la balle qui, tirée à moins de 50 mètres, a atteint la plaque de cuirasse, a ricoché sur deux tubes adjacents après avoir frappé le quatrième à partir de la gauche. L'inventeur fait également ressortir que des blindages de son système pourraient être aisément fabriqués en toutes dimensions et être réparés avec facilité et le minimum de frais, surtout dans le cas où leurs tubes seraient assemblés par des traverses, puisqu'il suffirait alors de remplacer les éléments.

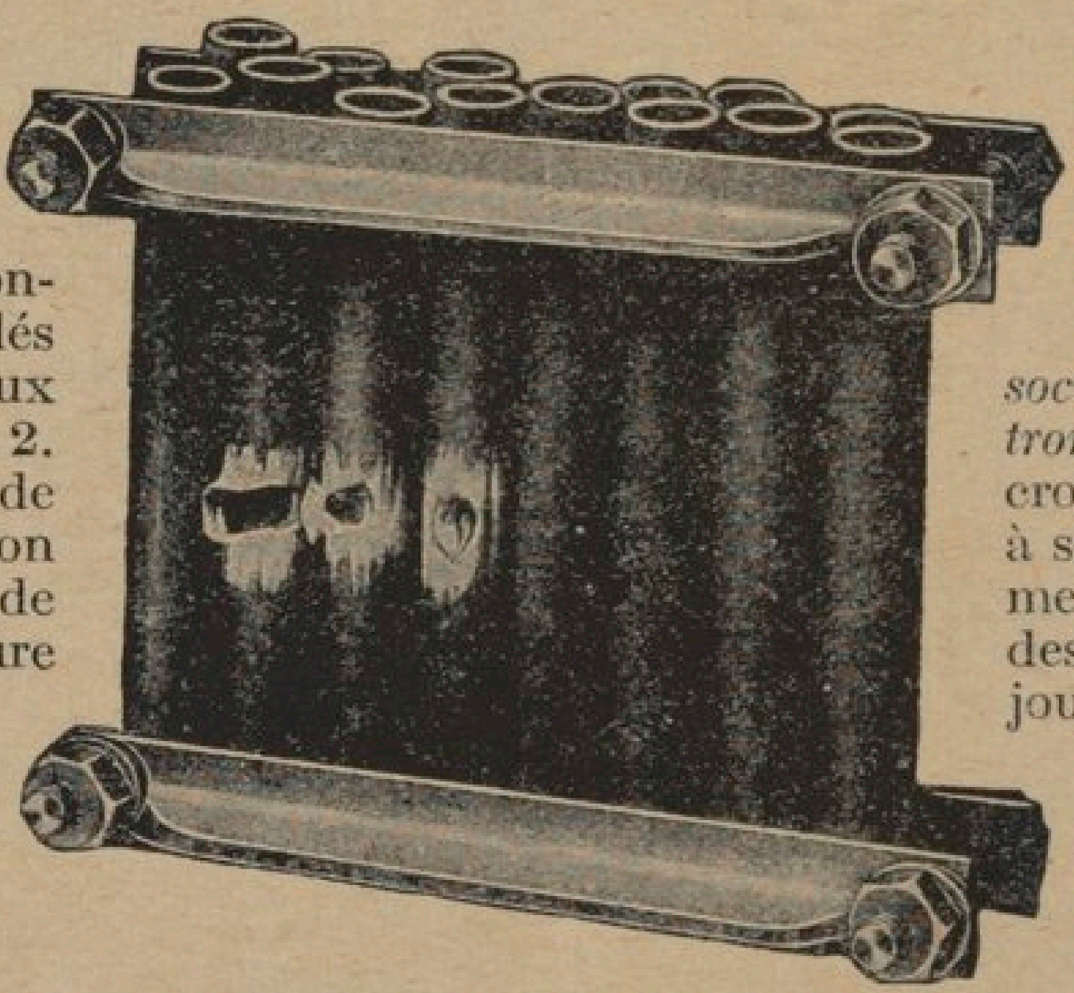


FIG. 1. — LA CUIRASSE DE M. DENNY

Ici, les tubes sont assemblés dans un châssis boulonné aux extrémités.

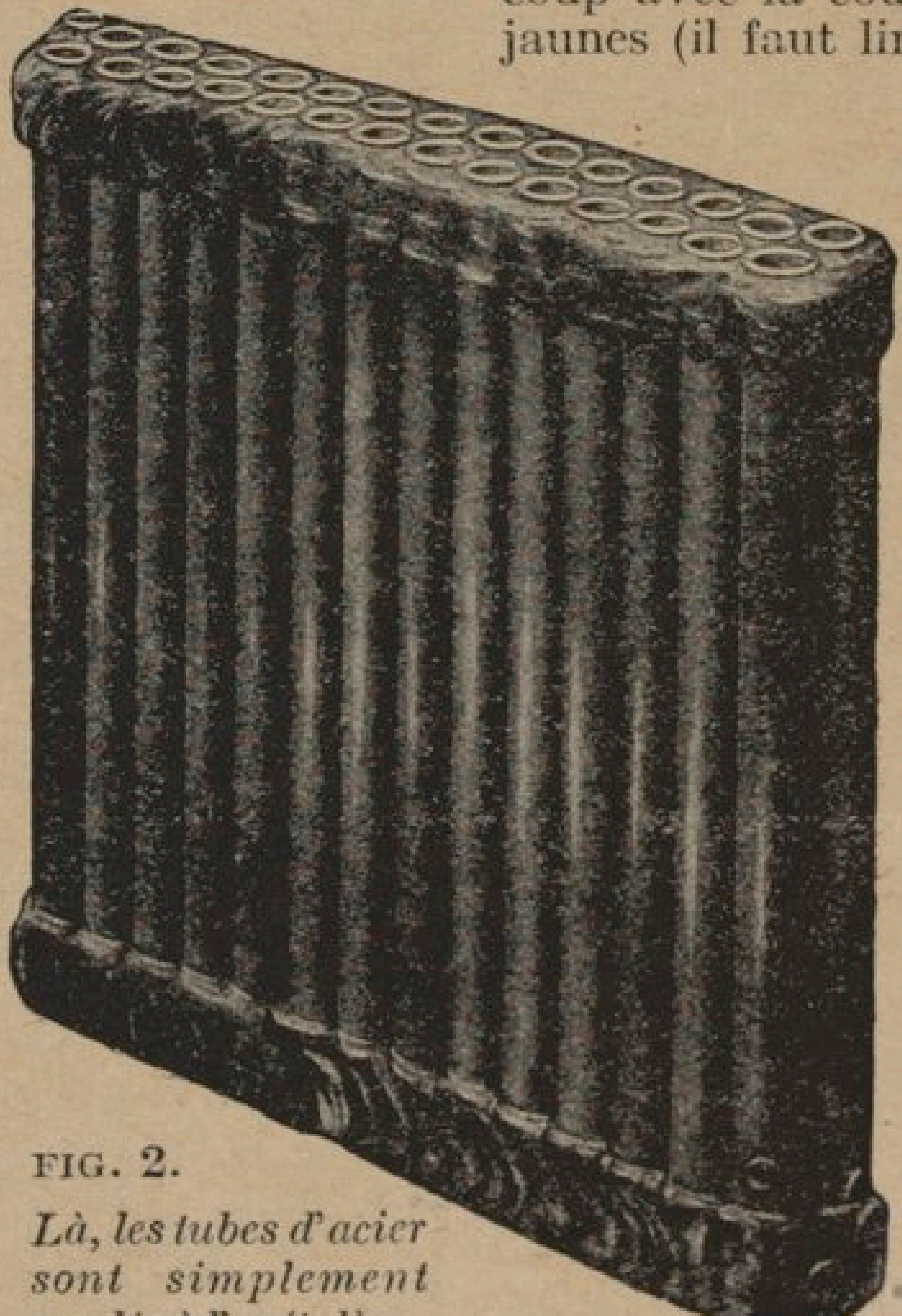


FIG. 2.

Là, les tubes d'acier sont simplement soudés à l'acétylène.

La visibilité des étoiles le jour

La croyance que l'on peut voir les étoiles en plein jour si l'on se trouve au fond d'un puits profond est très ancienne, puisqu'on la relève dans les ouvrages d'Aristote. L'un des premiers savants qui se soient avisés de vérifier son exactitude fut l'Allemand Humboldt. Il descendit lui-même dans de profonds puits de mines, interrogea des mineurs de différents pays, et, finalement, fut conduit à cette conclusion certaine que les étoiles ne sont jamais visibles dans les conditions indiquées.

Le Révérend W. F. A. Ellison, parlant incidemment de cette question dans un article publié il y a quelques mois par le *Journal de l'Association britannique d'Astronomie*, a déclaré que la croyance qui se maintenait à son sujet était complètement fausse. L'invisibilité des étoiles à la lumière du jour est due à l'éclairement de l'atmosphère par les rayons solaires, éclairement qui cause un éblouissement que l'on ne saurait suffisamment réduire en se plaçant simplement au fond d'un puits, même profond. Le Révérend Ellison considère aussi dans son article la question de la visibilité diurne des étoiles et des planètes à travers le télescope. Il explique qu'elle varie beaucoup avec la couleur. Les étoiles rouges ou jaunes (il faut lire qui émettent des rayons rouges ou jaunes) peuvent être beaucoup plus facilement discernées que les blanches. La mise au point de l'instrument joue un rôle également important. Le télescope confirme ce fait bien connu que les planètes Vénus et Mercure peuvent être plus facilement observées le jour que la nuit, mais que, en général, les planètes sont alors beaucoup moins visibles que les étoiles, car le télescope diminue l'éclat du disque planétaire ainsi que la clarté du ciel et, par conséquent, ne rehausse pas le contraste comme dans le cas d'une étoile.

Le téléphote

La *Science et la Vie* de janvier 1917 a donné la description d'un appareil qui dactylographie un texte placé devant lui. Cet appareil est basé sur les propriétés du sélénium. Aujourd'hui,

c'est une machine permettant de voir à grande distance utilisant le même corps.

Nous avions déjà vu le télégraphe, puis le téléphone, qui transmettait la parole le long d'un fil; maintenant c'est le téléphote, permettant de voir à l'autre bout du fil.

Comme dans la machine à dactylographier, le premier organe est un œil artificiel où l'image se forme sur une rétine composée de cellules de sélénium très petites et placées le plus près les unes des autres.

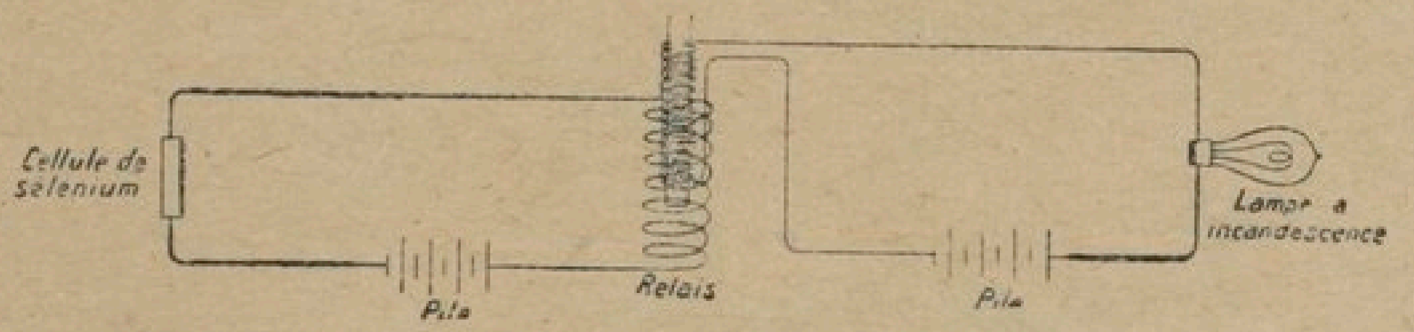


SCHÉMA MONTRANT LE DISPOSITIF GÉNÉRAL DU TÉLÉPHOTE

On construit aujourd'hui des fils de sélénium ayant un cinquantième de millimètre environ. Les cellules peuvent donc être formées par un segment de ces fils ayant un cinquième de millimètre de long. Mais il faut que cette rétine soit sensible, soit vivante en quelque sorte. Sa sensibilité est déterminée par cette propriété curieuse du sélénium : sa résistance électrique est inversement proportionnelle à son éclairement ; donc, si dans un circuit électrique on intercale une cellule de sélénium et une lampe à incandescence, quand la cellule sera dans l'obscurité, la lampe restera éteinte, et elle s'éclairera si la cellule est elle-même éclairée. Pour obtenir plus de sensibilité, on peut placer la lampe dans un deuxième circuit en intercalant un relais qui rend plus sensible les variations d'éclairement de la lampe.

Donc, si chacune des petites cellules de la rétine, qui peuvent être regardées comme des points, est intercalée dans un circuit analogue comprenant un relais et une lampe, les lampes réunies sur un tableau reproduiront sous forme de taches lumineuses ou obscures les points éclairés ou obscurs de la rétine de l'œil artificiel. Mais pour avoir une image précise, on remplacera les lampes par de petits fils de platine de mêmes dimensions que les cellules de sélénium, et réunies sur un tableau. Ce tableau sera enfermé dans une cage en verre dans laquelle on fera le vide aussi complètement que possible.

On aura ainsi une série des points lumineux ou obscurs reproduisant l'image formée sur la rétine dans une disposition analogue aux clichés en simili-gravure qui illustrent les pages de ce magazine. On voit les services que pourra rendre cet appareil et le progrès accompli quand on pourra, à l'aide du téléphote, voir distinctement la personne à qui l'on parle par le téléphone.

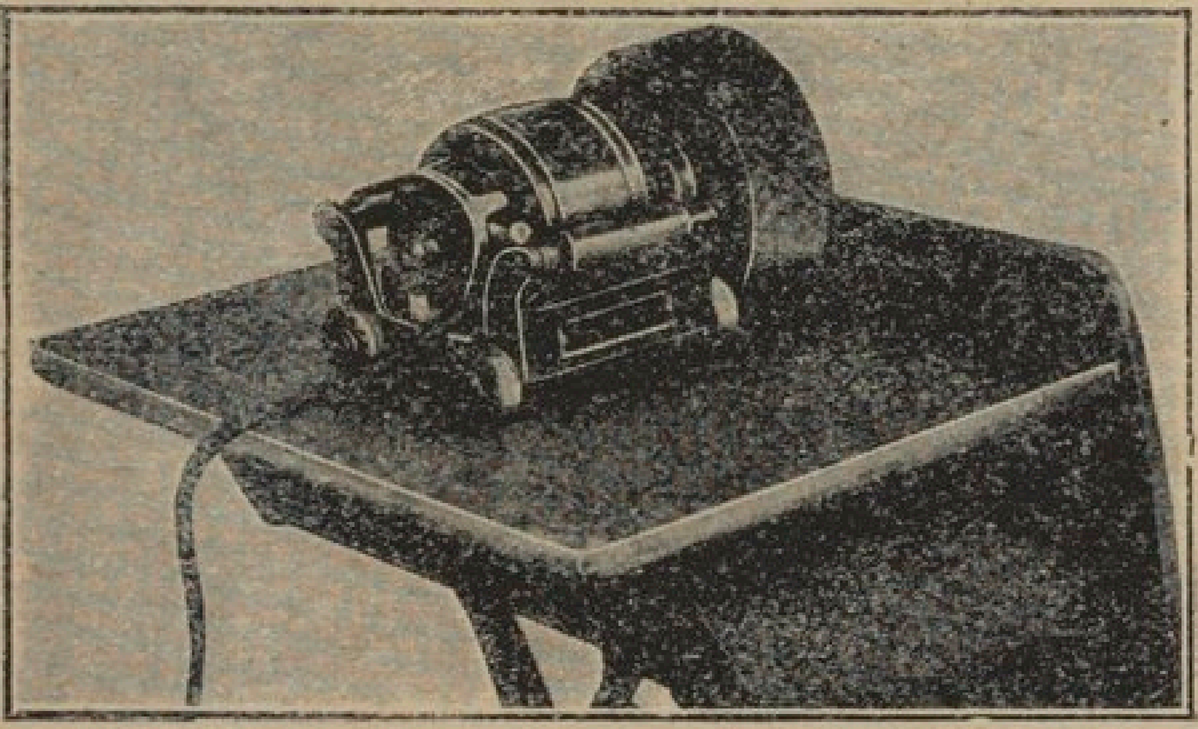
Cette machine, comme la machine à dactylographier, n'a pas été construite ; elle est compliquée et sera coûteuse, mais on pourra certainement la simplifier.

Le téléphone a déjà donné lieu à un certain nombre de recherches destinées à perfectionner son emploi. L'une des plus curieuses fut l'étude d'un dispositif qui aurait permis à l'appelant, en l'absence de l'appelé, de laisser chez ce dernier une trace de sa communication. Mais les résultats ne furent pas très satisfaisants.

Meule électrique pour la remise à neuf des tables scolaires

La plupart des enfants qui fréquentent les écoles n'ont aucun respect pour le mobilier qui garnit les salles d'études, et l'entretien des pupitres donne lieu à de fortes dépenses sans cesse renouvelées.

Cette besogne, jusqu'ici faite à la main, ne laisse pas que d'être fastidieuse pour le personnel, et il est évident que l'emploi d'une machine appropriée serait beaucoup plus commode et surtout plus économique.



LA MEULE ÉLECTRIQUE EN ACTION

C'est dans ce but que l'on a combiné une meule circulaire, formée d'un disque, actionnée par un moteur électrique. Cet appareil, léger, et par conséquent facilement transportable, peut être alimenté par une prise de courant quelconque et il donne d'excellents résultats, car le disque tourne à la vitesse de 1.800 tours par minute.

La meule est montée sur un bâti flexible qui assure à l'ensemble du dispositif l'élasticité nécessaire ; elle travaille d'une manière continue quand on la déplace à la surface de la table qu'il s'agit de remettre en état.

A cet effet, le bâti de la machine est muni de quatre roulettes de bois dans le but de l'empêcher de rayer les tables pendant le travail. La meule, qui a 20 centimètres de diamètre et 64 millimètres de largeur, peut

être facilement remplacée, quand elle est trop usée, pour être maintenue en service. Ce petit appareil, peu couteux et très pratique, est d'un usage courant aux Etats-Unis.

Oreille électrique pour les sourds

En apportant au microphone des perfectionnements d'ordre mécanique, sans changer les principes d'électricité sur lesquels il est fondé, on a pu réaliser un *audiphone* exempt de tous les sons parasites, des bourdonnements, bruissements, etc., si gênants pour les personnes sourdes qui se servent des cornets ordinaires.

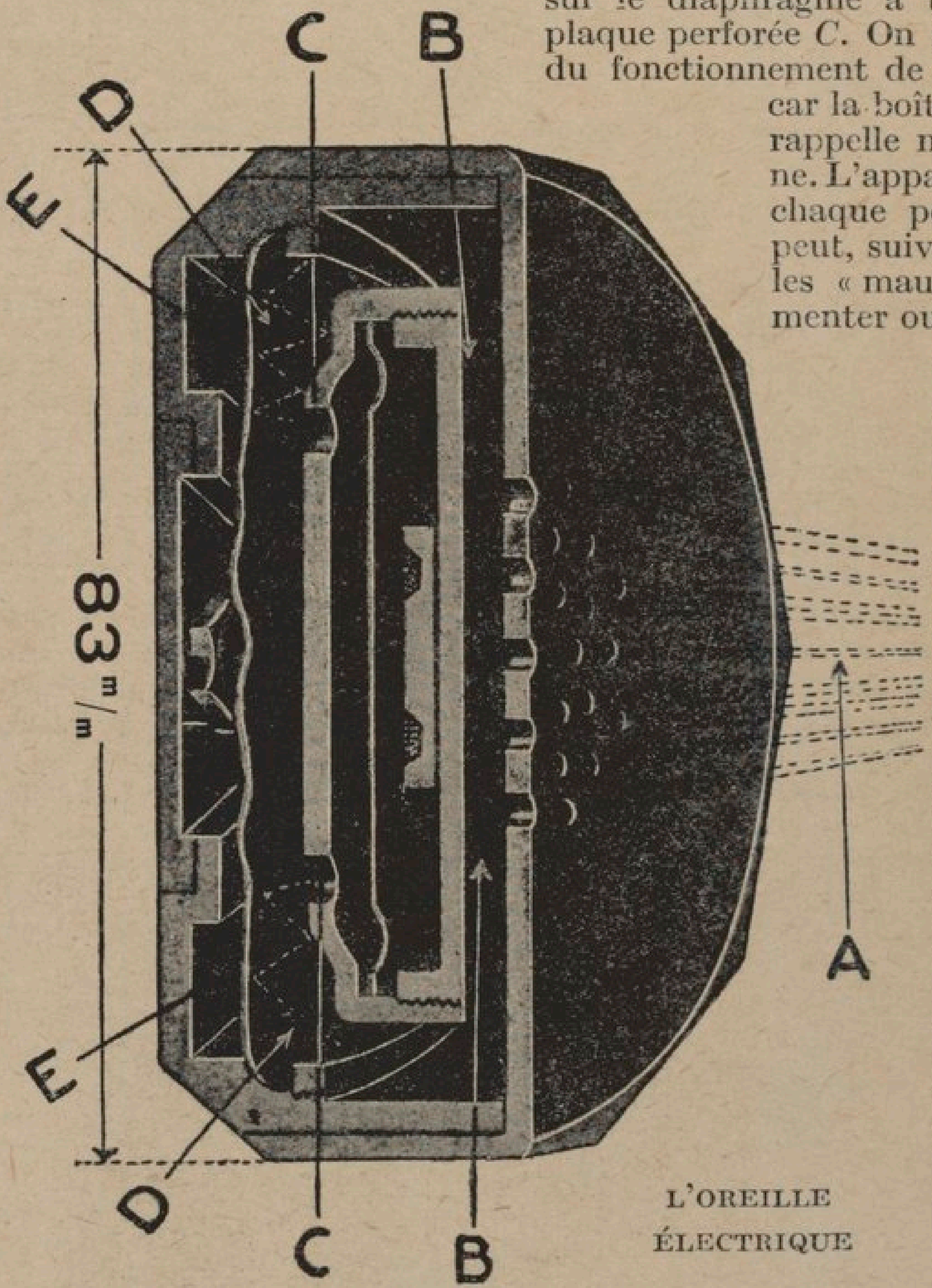
Le nouvel appareil amplifie les sons qu'il reçoit à un degré tel qu'il permet de soulager les cas de surdité les plus rebelles ; de plus, comme on peut exécuter sur commande les audiphones de ce système, on en adapte la puissance à chaque cas spécial qui se présente.

En général, les ondes sonores rencontrent un microphone placé à l'entrée de l'appareil et rebondissent à la surface de la plaque, ce qui occasionne une importante perte par dispersion. Afin d'éliminer cette cause de perte, on a logé le microphone à l'intérieur de l'instrument. On force les ondes à traverser une plaque d'acier perforée avant de pénétrer dans l'audiphone et on supprime ainsi les bourdonnements et les sifflements caractéristiques des cornets.

On se sert pour amplifier le son d'un résonnateur à surface courbe en forme de tambour, qui est placé dans le transmetteur, devant le diaphragme. En opérant ainsi, on recueille sur la membrane des ondes réfléchies provenant du résonnateur. On fait varier la courbure de ce dernier élément de l'audiphone ainsi que la matière dont il est constitué, de manière à adapter exactement l'appareil aux différents cas de surdité qu'il s'agit de traiter, et qui sont nombreux.

Les ondes entrent par les trous *A* pratiqués dans la plaque extérieure ; au lieu de frapper directement le diaphragme, elles contournent la plaque *B* et viennent se réfléchir sur le tambour *E*, qui les renvoie sur le diaphragme à travers une autre plaque perforée *C*. On se rapproche ainsi du fonctionnement de l'oreille humaine, car la boîte de résonnance *D* rappelle notre oreille interne. L'appareil est réglé pour chaque personne, mais on peut, suivant les « bons » ou les « mauvais » jours, augmenter ou diminuer la sensibilité de l'audiphone au moyen de régulateurs ou de rhéostats électriques spéciaux.

Les ondes entrent dans l'instrument par sa périphérie et non pas par sa partie centrale, comme cela se produit pour les microphones ordinaires, qui donnent lieu ainsi à de fortes pertes. Ce cornet est de petites dimensions, car le transmetteur n'a que 83 millimètres de diamètre.



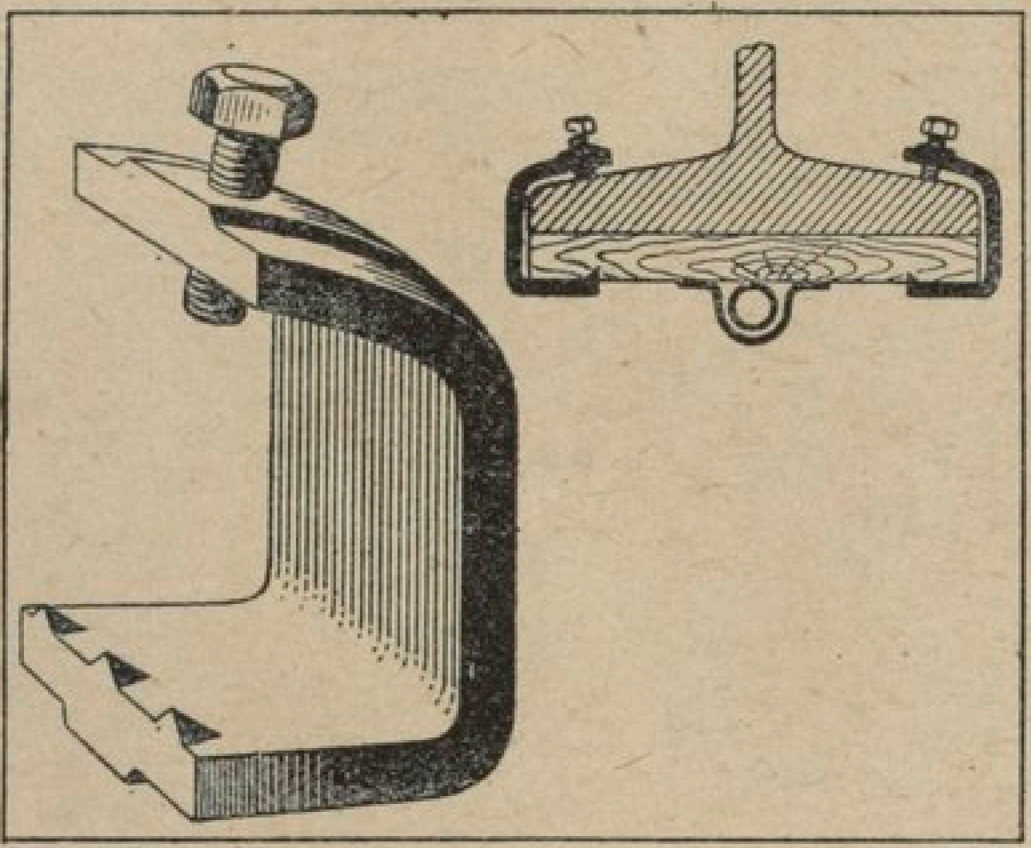
L'OREILLE ÉLECTRIQUE

Les ondes sonores, entrant par les trous A, *pratiqués dans l'enveloppe, rencontrent une paroi pleine* B *qui les renvoie dans une sorte d'oreille moyenne constituée par un diaphragme* E *et par une cavité* D. *Le son est ainsi réfléchi à travers les trous* C *sur un autre diaphragme intérieur formant l'oreille interne. On évite ainsi les bourdonnements et les sifflements si désagréables auxquels donnaient lieu les anciens cornets acoustiques pour personnes sourdes.*

Un fixateur sur profilés en acier

L'emploi presque exclusif des profilés en acier dans les constructions rend difficile la fixation des appareils électriques et des fils conducteurs de courant. On ne peut enfoncer ni vis ni clous dans les ailes ou dans les âmes des cornières et des fers à T, etc., dont les dimensions sont tellement variables que l'on ne peut utiliser comme dispositifs de fixation que des pinces réglables s'adaptant aux diverses épaisseurs de métal. Le fixateur, extrêmement simple, représenté par la figure suivante, comporte une paire de crampons

que l'on serre au moyen d'écrous sur les ailes des profilés, de manière à fixer des planchettes de bois sous le patin de ces derniers. On peut alors employer des vis à bois ordinaires pour monter les canalisations, les boîtes de jonction et autres appareils accessoires qui entrent dans l'établissement des lignes de transport de l'énergie électrique. Les pinces sont en fer doux malléable ; leur semelle inférieure est munie de deux ou trois aspérités à section triangulaire qui pénètrent suffisamment dans le bois et l'empêchent de glisser.

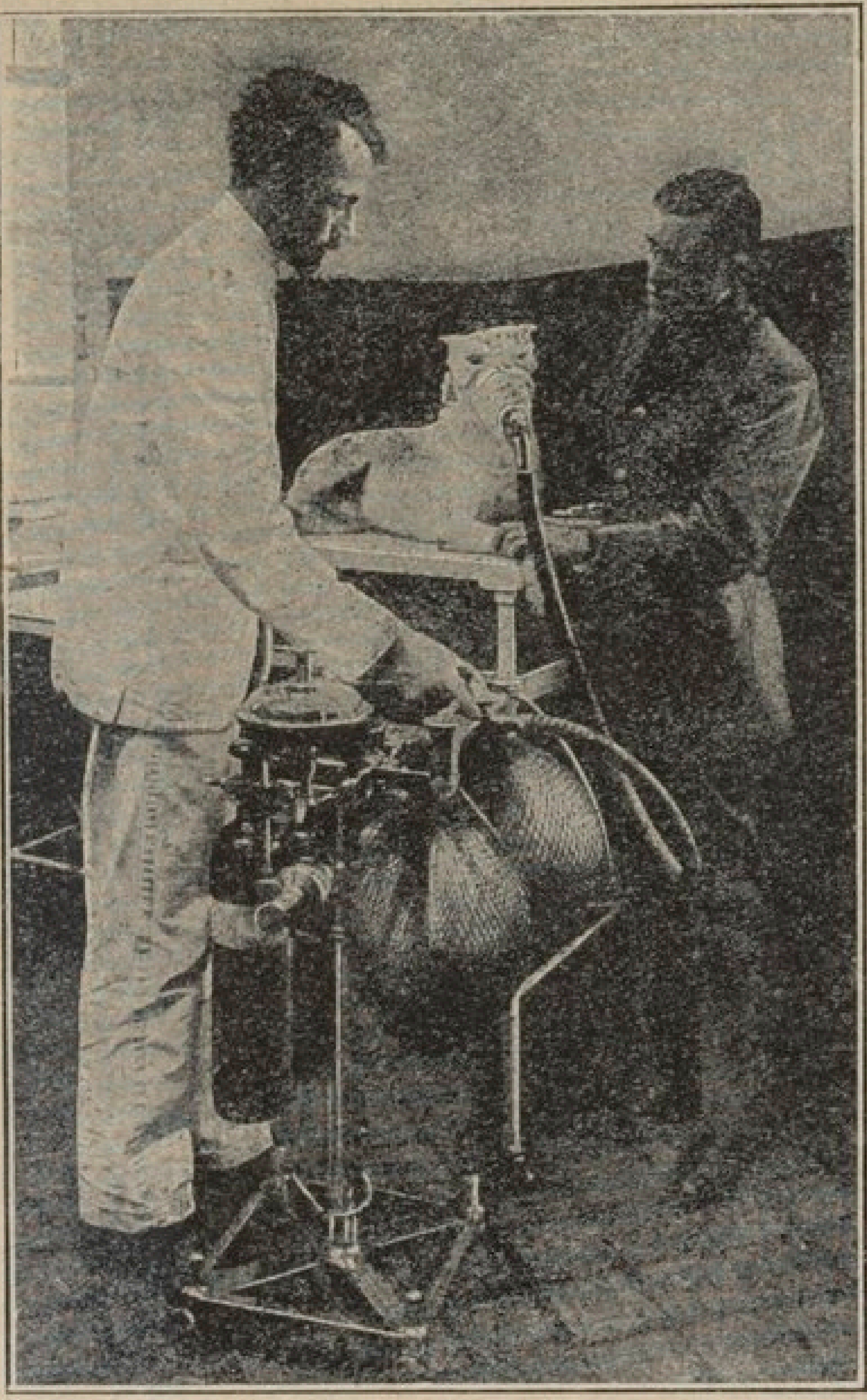


LA PINCE D'ATTACHE OU FIXATEUR POUR LES PROFILÉS EN ACIER

Pour anesthésier les petits animaux

On applique maintenant aux animaux captifs toutes les ressources de la médecine et de la chirurgie pour combattre leurs maux. A Londres, par exemple, en dépit de la guerre, une clinique gratuite fonctionne au Collège Royal vétérinaire.

Mais aux Etats-Unis, on fait encore mieux. La « Massachusetts Society for the Prevention of Cruelty to animals », possède une automobile pour le transport des chevaux blessés ou malades. Le plancher de la voiture étant assez bas, l'animal s'y hisse facilement et son conducteur se trouve à côté de lui. Enfin, tout récemment, le chirurgien en chef de cette institution, M. George W. Little, a imaginé un appareil spécial pour insensibiliser les petits animaux auxquels il va faire subir une opération un peu douloureuse. Sur notre photographie, nous assistons à l'anesthésie d'un chien. L'aide applique sur le museau du brave « toutou » un entonnoir en caoutchouc relié par un tuyau au récipient renfermant du protoxyde d'azote qu'un robinet détendeur, muni d'un manomètre, permet au chirurgien de lui administrer, avec une très grande facilité, sous une pression convenable.



L'APPAREIL DE M. GEORGE LITTLE

Au bout d'un temps variant de 30 secondes à 2 minutes, l'anesthésie du patient est complète, et le vétérinaire peut alors jouer du bistouri tout à son aise. Pour sauvegarder l'action du cœur pendant l'intervention, un second ballon, en relation avec un autre cylindre plein d'oxygène comprimé, mêle 5 % de cet oxygène au gaz anesthésiant que respire l'animal endormi. D'ailleurs, dans la race canine, les interventions chirurgicales réussissent très bien. Les os fracturés se ressoudent vite ; on enlève aisément kystes et tumeurs, et quand le membre a été trop écrasé, on le supprime, tout simplement. La « Massachusetts Society » se charge de le remplacer par une jambe de bois... comme chez les humains. Il convient de dire que les vétérinaires français ne le cèdent en rien comme habileté à leurs confrères américains et qu'ils pratiquent couramment sur les animaux grands et petits, par les procédés les plus perfectionnés, des opérations regardées comme très délicates

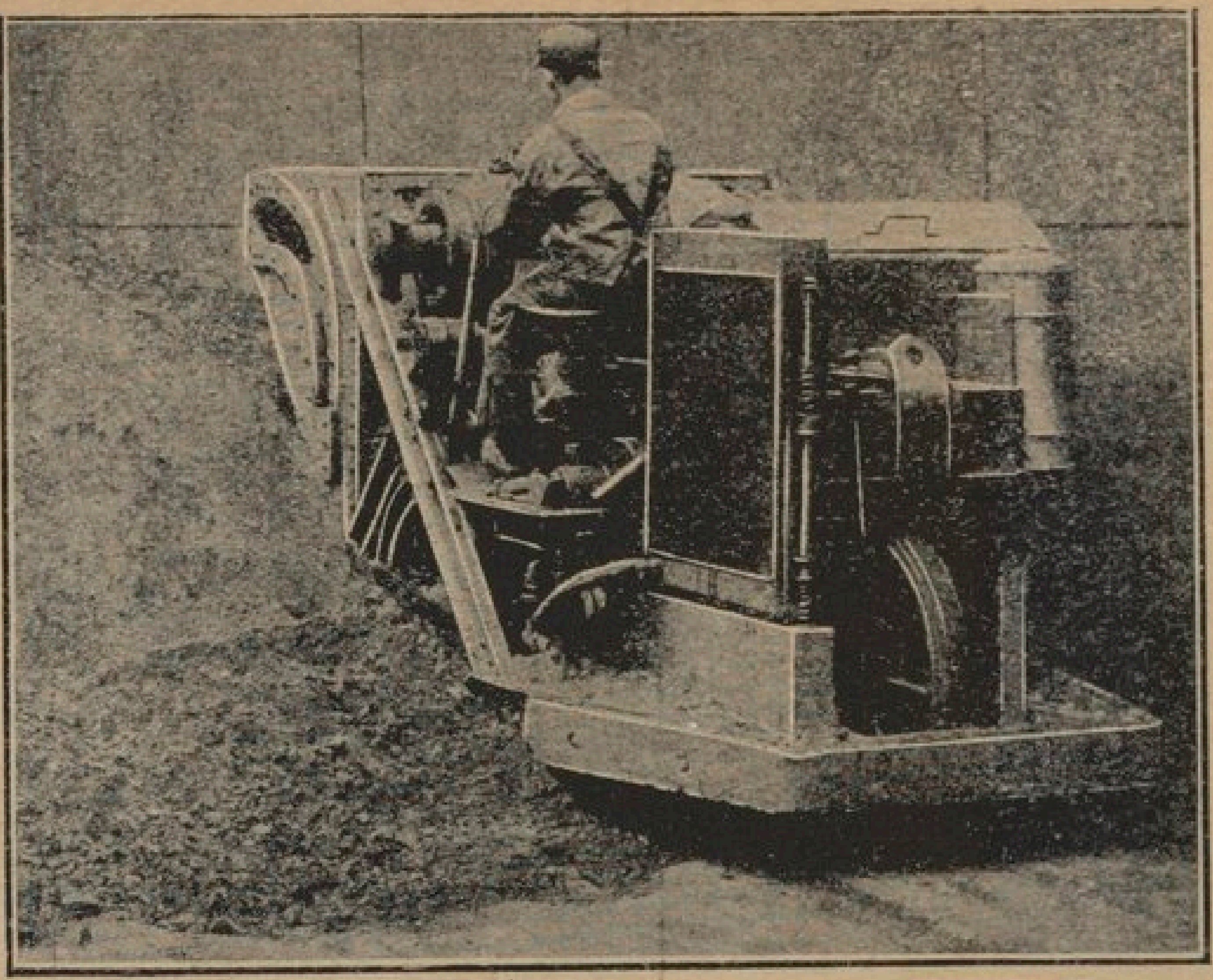
La nouvelle pelle-ramasseuse

D'ordinaire, les appareils servant à décharger les minerais ou charbons arrivant par bateaux dans un grand port, se composent d'une poutre métallique coudée reposant, vers son milieu, sur une plate-forme, mobile elle-même sur un pont roulant. Ce dernier peut s'avancer jusqu'au bord même des docks. A l'extrémité de la poutre, tournée du côté des navires à quai, se trouve suspendue une colonne

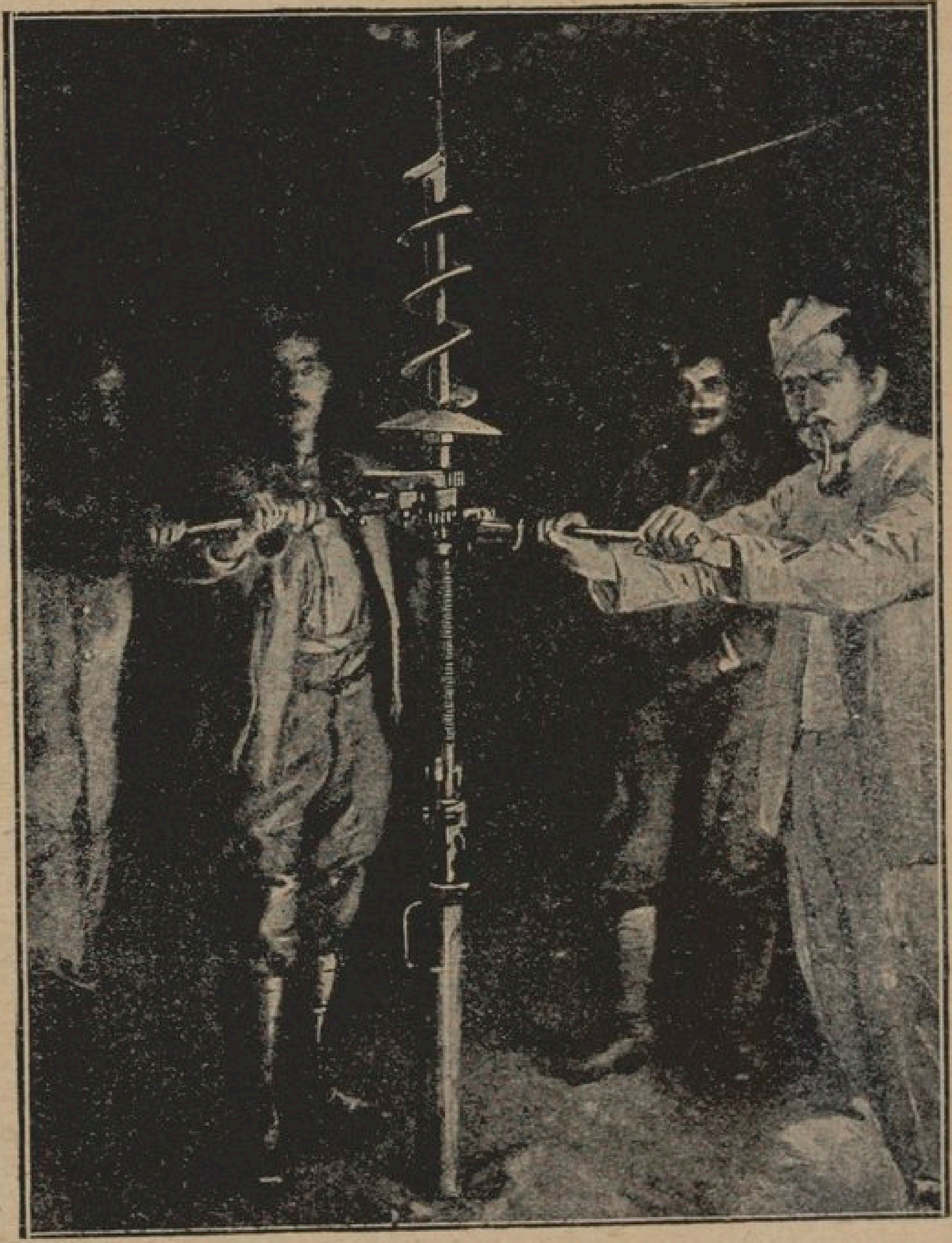
creuse en tôle, articulée de façon à demeurer toujours verticale au cours des mouvements de montée et de descente que lui imprime un petit moteur électrique de 25 chevaux environ.

La benne à coquilles, qui termine la partie inférieure de la colonne, s'ouvre automatiquement, et un moteur compound de 75 chevaux sert à en effectuer la fermeture.

Mais, pour que le déchargement se poursuive normalement, il faut qu'une pelle-ramasseuse mette constamment sous la benne une épaisseur suffisante de matière. Pour cette opération, on se contentait jusqu'ici de pelles à bras manœuvrées par des ouvriers, tandis qu'on a imaginé récemment de faire exécuter cette manutention d'une façon mécanique. La nouvelle pelle-ramasseuse est actionnée par un moteur électrique ou à essence. Grâce à un mécanisme de bielles spéciales et à un couloir de déversement, elle pousse le charbon ou le minerai et l'entasse à l'endroit voulu. L'ensemble de la machine repose sur un truck solide monté sur roues et est muni d'un essieu de direction antérieur et d'un essieu moteur postérieur.



LA PELLE-RAMASSEUSE AU TRAVAIL



LA MANŒUVRE DE LA TARIÈRE

Curieuse perforatrice

Le Soissonnais a été choisi par les Allemands comme centre défensif à cause de ses nombreuses cavernes ou *creutes*, qui servent principalement d'abris aux officiers.

Pour ventiler convenablement ces profondes excavations, les Allemands y pratiquent à la main des cheminées verticales qui, perçant la voûte, vont aboutir au dehors. Nos sapeurs ont été munis, au contraire, d'engins de perforation perfectionnés qui leur permettent d'exécuter les gaînes d'aération en peu de temps et avec un personnel très restreint. La nouvelle perforatrice, étudiée à cet effet, consiste en une gigantesque tarière verticale qui creuse le roc et dont le mécanisme est si simple que quatre hommes suffisent pour la faire fonctionner au moyen de leviers à cliquets. On peut ainsi percer facilement, en une heure, un trou de 1 à 2 mètres de profondeur dont le diamètre est de 0 m. 20.

V. RUBOR.

CHRONOLOGIE DES FAITS DE GUERRE SUR TOUS LES FRONTS

(Nous reprenons cette chronologie aux dates suivant immédiatement celles où nous avons dû l'interrompre dans notre précédent numéro)

FRONT OCCIDENTAL

Avril 1917

Le 6. — *Les Allemands bombardent violemment la ville de Reims. — Au nord de Saint-Quentin, nos alliés enlèvent le village de Lempire.*

Le 7. — *Près de 8.000 obus sur Reims.*

Le 8. — *Importante progression britannique, au nord de Louveral, sur la route de Bapaume à Cambrai, sur un front de trois kilomètres.*

Le 9. — *Victoire anglaise en Artois. De Lens au sud d'Arras, les positions allemandes sont enlevées sur une profondeur de 3 à 5 kilomètres, et les falaises de Vimy sont prises d'assaut par les Canadiens. Les prisonniers allemands sont au nombre de 6.000 environ.*

Le 10. — *La victoire anglaise se développe. L'ennemi est refoulé sur tous les points. La ville d'Arras est complètement dégagée. Le butin comprend 60 mortiers, 165 mitrailleuses, plus de 100 canons, plus de 11.000 prisonniers.*

Le 12. — *Nous repoussons les Allemands vers la haute forêt de Coucy, tandis que les Anglais progressent vers Lens.*

Le 13. — *Les Anglais enlèvent six villages, dont Vimy, et progressent au nord de Loos En cinq jours, ils ont fait plus de 13.000 prisonniers et pris 250 mitrailleuses et 166 canons intacts.*

Le 14. — *Les Anglais prennent Liévin et la Cité Saint-Pierre, faubourg de Lens.*

Le 15. — *Les troupes britanniques atteignent les premières maisons de Lens. Sur la route de Bapaume à Cambrai, grosse attaque ennemie, repoussée avec des pertes considérables.*

Le 16. — *Offensive française de Soissons à Reims ; nous enlevons la première ligne allemande, ainsi qu'une partie de la seconde, nous repoussons tous les retours ennemis, et nous faisons plus de 10.000 prisonniers.*

Le 17. — *La bataille s'étend à l'est de Reims ; nous enlevons Auberive, ainsi qu'une partie des hauteurs de Moronvilliers, et nous faisons 2.500 prisonniers.*

Le 18. — *Entre Soissons et Craonne, nous enlevons plusieurs villages ; près de la Ville-au-Bois, 1.300 Allemands mettent bas les armes ; actuellement, nous avons pris 17.000 hommes et 75 canons.*

Le 19. — *Progrès au nord de l'Aisne et dans la région de Moronvilliers ; nous enlevons Jouy, Laffaux, le fort de Condé, etc., et nous progressons vers le Chemin des Dames.*

Le 20. — *A l'est de Soissons, nous enlevons le village de Sanoy.*

Le 21. — *Progressant vers Lens, les Anglais s'emparent du village de Gonnelieu.*

Le 22. — *Nouvelles grosses attaques ennemies anéanties par notre artillerie dans la région de Moronvilliers.*

Le 23. — *Progrès anglais vers Lens et au nord-ouest d'Arras ; plus de 1.000 prisonniers et conquête de plusieurs villages.*

Le 25. — *En Champagne, sanglant échec allemand à la ferme Hurtebise, que l'ennemi cherche en vain à reprendre.*

Le 27. — *Les Anglais s'emparent des carrières d'Hargicourt et y prennent un important matériel.*

Le 28. — *Arleux, point culminant de la plaine de Cambrai, est enlevé par les Anglais.*

Le 29. — *Les Allemands cherchent vainement à reprendre Arleux et doivent abandonner Oppy.*

Le 30. — *Dans la région de Moronvilliers, notre infanterie enlève plusieurs lignes de tranchées ennemies.*

Mai

Le 1er. — *Fortes attaques, toutes repoussées avec de lourdes pertes, contre nos positions du Mont-Haut (massif de Moronvilliers).*

Le 3. — *Les Anglais, au sud de la Sensée, enlèvent plusieurs fortes positions et entament la ligne allemande.*

Le 4. — *Nous enlevons Craonne. — Les Anglais s'emparent de Quéant et du Fresnoy.*

Le 5. — *Nous prenons tout le plateau de Craonne, et nous faisons 4.300 prisonniers, s'ajoutant aux 1.000 de la veille.*

Le 6. — *Les Allemands attaquent furieusement nos nouvelles positions de Craonne ; toutes leurs attaques sont repoussées ; le nombre des prisonniers dépasse 6.000.*

Le 7. — *Journée marquée par de violents retours inefficaces de l'ennemi sur le front franco-anglais. Enormes pertes allemandes.*

Le 8. — *Vaines attaques allemandes au chemin des Dames et dans la région de Berry-au-Bac.*

Le 9. — *Nous enlevons 1.200 mètres de tranchées dans la région de Chevreux.*

Le 10. — *Violents combats au front anglais, avec progression de nos alliés vers Bullecourt.*

Le 11. — *Dans la région de Chevreux, grave échec allemand, au cours d'une vaine attaque du plateau de Californie, tombé en notre possession.*

Le 12. — *Les Anglais enlèvent Bullecourt et progressent au nord de la Scarpe.*

Le 14. — *Poursuivant leur avance au nord de la Scarpe, les troupes britanniques s'emparent du village de Rœux.*

Le 15. — *Lourds échecs allemands contre nous au chemin des Dames et contre les Anglais à Bullecourt.*

Le 17. — *Les Anglais achèvent la conquête de Bullecourt. — Nous progressons à l'est de Craonne.*

Le 18. — *Large attaque allemande repoussée dans la région de Braye ; toutes les vagues d'assaut sont successivement anéanties.*

Le 19. — *Petit succès français dans la région du moulin de Laffaux.*

Le 20. — *Entre Fontaine-les-Croisilles et Bullecourt, les Anglais entament la ligne allemande sur une largeur de deux kilomètres ; lourdes pertes ennemies. — Grosse attaque repoussée contre nos positions de l'Aisne.*

Le 21. — *Dans les deux massifs de Moronvilliers, nous prenons plusieurs lignes de tranchées et nous nous emparons de tous les observatoires de la région. Plus de 800 prisonniers.*

Le 22. — *Réactions allemandes contre nos gains de la veille. Echec sanglant. Le nombre des prisonniers dépasse un millier. — Nous enlevons trois lignes de tranchées ennemies à l'est de Chevreux, et nous progressons sur les plateaux de Vauclerc et de Californie. 400 prisonniers.*

Le 24. — *Nous nous emparons du bois de Chevreux où les Allemands perdent près de deux bataillons.*

Le 25. — *Trois lourdes attaques allemandes échouent après de violents combats au nord du chemin des Dames.*

Le 26. — *Vive action d'artillerie en Champagne, dans le secteur du mont Haut.*

Le 27. — *Après un violent bombardement, les Allemands dirigent deux grosses attaques contre nos positions du Téton, en Champagne. Elles sont repoussées.*

Le 28. — *Coups de main anglais réussis, au nord d'Armentières. — Nouvelles attaques infructueuses des Allemands contre nos lignes de Champagne.*

Le 30. — *Au mont Blond, en Champagne, des masses d'assaut ennemies se font décimer par nos feux à quatre reprises.*

Juin

Le 6. — *Les Anglais entreprennent une offensive des plus heureuses en Belgique.*

SUR LE FRONT RUSSE

Avril 1917

Le 5. — *Au sud de Riga, une attaque ennemie, précédée d'une intense préparation d'artillerie, est repoussée avec de grosses pertes. — Vaines attaques austro-allemandes sur le front roumain.*

Le 10. — *L'ennemi occupe des tranchées russes de Voulka-Torskaia et de Toreghkovetz, mais il ne tarde pas à en être chassé.*

Le 11. — *Echec d'une lourde attaque autrichienne en Galicie.*

Le 12. — *Violent bombardement de Brody par l'artillerie lourde de l'ennemi.*

Le 13. — *Dans la région de Batochou (front roumain), échec d'une forte attaque ennemie.*

Du 14 au 30. — *Fusillades réciproques, reconnaissances, petites attaques locales sans avantage marqué, rien d'important.*

Mai

Le 1er. — *Vive attaque ennemie au sud-ouest d'Ocha (front roumain) ; les assaillants sont repoussés.*

Le 8. — *Dans la région du mont Capoul (Carpathes boisées), une attaque autrichienne est anéantie par les canons russes.*

Le 10. — *Les Russes battent des contingents turcs et kurdes au sud-ouest d'Erzindjan.*

Le 17. — *Dans la région de Kovel, une grosse attaque ennemie est repoussée.*

Le 19. — *Attaques ennemies repoussées dans la région de Mitau.*

Du 20 au 31. — *Calme. Fusillades et reconnaissances.*

FRONT ITALIEN

Avril 1917

Le 1er. — *Invasion et ravage des lignes ennemies près de Laghi, dans la vallée de Posina.*

Le 11. — *Irruption autrichienne dans les lignes des Italiens près de Vertoiba. L'ennemi est repoussé.*

Le 21. — *Les Autrichiens s'emparent des positions italiennes, près des sources de la Rienza, mais ils en sont bientôt chassés.*

Le 26. — *Grande activité de l'artillerie italienne sur le Carso ; destructions d'ouvrages ennemis.*

Mai

Le 1er. — *Activité des deux artilleries et nombreuses patrouilles sur tout le front.*

Le 7. — *Violent duel d'artillerie sur le Carso.*

Le 11. — *L'activité des deux artilleries s'accentue.*

Le 13. — *Les Italiens réussissent des reconnaissances hardies dans la région de Gorizia, font des prisonniers et s'emparent de nombreuses munitions.*

Le 14. — *Energique attaque italienne sur le moyen Isonzo, où nos alliés progressent à Plava et à l'est de Gorizia, et font de nombreux prisonniers.*

Le 15. — *L'offensive italienne se développe ; nos alliés s'emparent d'une forte ligne de hauteurs et font près de 3.500 prisonniers.*

Le 16. — *Nouveaux progrès italiens, malgré de furieuses contre-attaques autrichiennes.*

Le 17. — *Echec sanglant de retours ennemis*

sur l'Isonzo ; le nombre des prisonniers s'élève à près de 7.000 ; les Autrichiens se vengent en bombardant Gorizia.

Le 18. — *Les Italiens s'emparent des fortes positions du Vodice, et font 400 prisonniers.*

Le 20. — *Les Autrichiens, attaquant en lourdes masses, tentent une diversion dans le Trentin, et n'aboutissent qu'à un sanglant échec.*

Le 22. — *Echec sanglant des Autrichiens, dans des attaques massives, au Petit Colbricon (Trentin).*

Le 23. — *Vigoureuse offensive italienne au Carso ; les lignes ennemies sont enfoncées depuis Castagnevizza jusqu'à la mer ; plus de 9.000 prisonniers.*

Le 24. — *Les Italiens élargissent leurs succès ; leur butin en matériel est considérable ; le chiffre des prisonniers dépasse 10.000.*

Le 25. — *Nos alliés enlèvent de nouvelles lignes autrichiennes et font 3.500 prisonniers. Depuis le 14 mai, le nombre de ces derniers atteint 25.000.*

Le 26. — *Les Italiens, en marche sur Trieste, réalisent de nouvelles avances et font encore des prisonniers.*

Le 27. — *Vains retours offensifs de l'ennemi. Nos alliés bombardent les positions avancées de Trieste.*

Le 28. — *Les Autrichiens attaquent sur tout le front du Carso et sont partout repoussés.*

Le 29. — *En dépit des contre-attaques furieuses des Autrichiens, les Italiens élargissent leur front.*

Le 31. — *De nouvelles contre-attaques ennemies, bien qu'appuyées par un gros bombardement, échouent devant la fermeté des Italiens.*

FRONT DES BALKANS

Avril 1917

Du 1er au 10. — *Combats d'artillerie sur divers points du front, particulièrement dans le secteur de Monastir.*

Le 12. — *L'ennemi bombarde Monastir, détruisant dix-sept maisons. — Les comitadjis, appuyés par les Autrichiens, attaquent et se font battre à l'ouest de Koritza.*

Le 13. — *Vaine attaque ennemie contre les positions italiennes de la cote 1050.*

Le 11. — *L'ennemi s'empare de positions conquises par nous dans la région de Cervena-Stena.*

Le 24. — *Les Anglais s'emparent d'un kilomètre de tranchées à l'ouest du lac Doiran, repoussent quatre contre-attaques et infligent à l'ennemi des pertes sanglantes.*

Le 25. — *L'ennemi échoue dans deux lourdes attaques contre les positions enlevées par les Anglais.*

Le 26. — *Les Bulgares parviennent à pénétrer dans les positions perdues, mais ils en sont bientôt chassés.*

Le 29. — *Nouvelle et forte attaque bulgare contre les Anglais ; l'ennemi subit un sanglant échec.*

Mai

Le 5. — *Des contingents français et venizelistes enlèvent cinq kilomètres de tranchées bulgares, dans la région de Ljumnica, à l'est de Monastir.*

Le 6. — *Les venizelistes repoussent un retour bulgare vers les positions gagnées la veille*

Le 9. — *A l'ouest du Vardar, dans un terrain très difficile, les Français s'emparent du Srka-di-Lingen, et conservent cette forte position, malgré les retours furieux de l'ennemi. — Echec de contre-attaques bulgares sur les positions conquises la veille par les Anglais.*

Le 11. — *Les Grecs, en liaison avec les Français, enlèvent un ouvrage ennemi près de Lumnica, et les Serbes prennent de fortes hauteurs sur le Dobropolie.*

Le 14. — *Avance anglaise de près d'un kilomètre, sur une largeur de cinq kilomètres, dans la région du lac Doiran.*

Le 15. — *A l'ouest de la Cerna, les troupes françaises enlèvent une série de positions ennemies.*

Du 16 au 31. — *Petits combats, fusillades et rencontres de patrouilles.*

MÉSOPOTAMIE ET PALESTINE

Avril 1917

Le 1er. — *Les Anglais occupent Deli-Abbas, à 70 kilomètres au nord-est de Bagdad.*

Le 8. — *A la station de Belad, à 50 milles au nord-nord-ouest de Bagdad, les Anglais s'emparent de la voie ferrée de Bagdad à Samara, et font de nombreux prisonniers.*

Le 9. — *Occupation de Harbé, à 4 milles au nord de Belad.*

Le 11. — *Les Turcs sont battus par les Anglais sur la rive gauche de la Diala, et se retirent en désordre.*

Le 18. — *Un corps d'armée turc subit une défaite complète à la station d'Istabulah, sur la rive droite du Tigre. — Avance anglaise vers Gaza.*

Le 23. — *Après une grosse résistance, les Turcs sont mis en déroute à Samara, sur le Tigre. Dans le butin figurent 16 locomotives et 224 fourgons, 540.000 cartouches, etc., Les prisonniers sont au nombre d'un millier.*

Le 30. — *Fortement retranché sur les deux rives du Shatt-el-Adhaim, le 13e corps d'armée turc, malgré une résistance acharnée, est battu et contraint de faire sa retraite.*

MAI

Rien de particulièrement intéressant à signaler pendant le mois de mai.

L'AIDE AMÉRICAINE

Avril 1917

Le 6. — *Par 373 voix contre 50, la Chambre américaine adopte l'ordre du jour de guerre voté par le Sénat. — Les navires allemands internés dans les ports américains sont*

saisis. — La république cubaine déclare la guerre à l'Allemagne.

Le 9. — *A la suite du torpillage du* Parana, *le Brésil rompt les relations diplomatiques avec l'Allemagne.*

Le 11. — *La marine américaine reçoit l'ordre de commencer immédiatement ses opérations de patrouilles, en vue de la protection des côtes.*

Le 14. — *Le Brésil fait occuper par des soldats les navires allemands internés dans ses ports.*

Le 17. — *A l'unanimité, le Sénat américain vote un emprunt de guerre de 35 milliards.*

Le 20. — *Une mission extraordinaire anglaise, ayant à sa tête M. Balfour, arrive en Amérique.*

Le 24. — *Arrivée aux Etats-Unis de la mission française ayant à sa tête le maréchal Joffre et M. Viviani.*

Le 29. — *Les Chambres américaines votent le service militaire obligatoire à une énorme majorité.*

Mai

Le 1er. — *Le maréchal Joffre et M. Viviani sont reçus au Congrès américain. Le discours de M. Viviani est salué par des ovations. Le maréchal Joffre est l'objet d'une grandiose manifestation.*

Le 5. — *La Chambre américaine adopte le projet de loi contre l'espionnage.*

Le 17. — *Le Sénat adopte la loi militaire. — Le Honduras rompt les relations diplomatiques avec l'Allemagne.*

Le 19. — *Le Nicaragua rompt les relations diplomatiques avec l'Allemagne. — M. Wilson n'a pas autorisé M. Roosevelt à lever des troupes.*

Le 21. — *Le Congrès brésilien vote la révocation de la neutralité.*

Le 24. — *La première unité combattante américaine arrive au front français.*

Le 28. — *La Chambre brésilienne vote définitivement la révocation de la neutralité.*

SUR MER

Avril 1917

Le 4. — *Le transport brésilien* Parana *est torpillé et canonné sans avertissement au large de Barfleur. Plusieurs morts.*

Le 5. — *Le paquebot* Ernest-Simons, *des Messageries maritimes, est coulé en Méditerranée.*

Le 10. — *Le transatlantique* New-York *heurte une mine à l'entrée du port de New-York. Avaries matérielles.*

Le 14. — *On annonce que le navire-hôpital* Gloucester-Castle *a été torpillé dans la Manche, sans avertissement, dans la nuit du 30 au 31 mars. Les blessés ont tous été sauvés. — On annonce aussi que le transport-hôpital* Salta *a heurté une mine, le 10 avril, dans la Manche, et a coulé. 52 personnes du service de santé périssent.*

Le 17. — *Un sous-marin allemand lance une torpille contre le destroyer américain* Smith *et le manque.*

Le 21. — *Cinq destroyers allemands attaquent Douvres ; ils sont chassés par deux destroyers anglais qui en coulent deux. — Calais est bombardé par les destroyers allemands ; dégâts et victimes.*

Le 25. — *Des destroyers allemands attaquent Dunkerque et coulent un de nos torpilleurs. L'un d'eux est coulé par un hydravion anglais. — Le transport anglais* Ballarat, *ayant à bord des Australiens, est torpillé : un mort.*

Le 26. — *Des contre-torpilleurs allemands bombardent Ramsgate ; deux morts, trois blessés, dix maisons détruites.*

Le 30. — *Le vapeur* Colbert *est torpillé en Méditerranée : 51 morts.*

Mai

Le 3. — *L'Amirauté annonce que le transport anglais* Arcadian *a été torpillé et coulé le 15 avril ; 270 morts.*

Le 4. — *Les chaloupes à vapeur* Verdun *et* Marne, *du port de Saint-Jean-de-Luz, sont coulées par un sous-marin allemand.*

Le 10. — *Une escadrille anglaise met en fuite onze contre-torpilleurs allemands dans la mer du Nord. Deux navires ennemis sont touchés.*

Le 12. — *Nouveau bombardement de Zeebrugge causant au port et aux défenses allemandes des dégâts considérables. — A New-Port-News, les Américains capturent un sous-marin ennemi.*

Le 13. — *On annonce officiellement que pendant les trois dernières semaines, treize sous-marins autrichiens ont été coulés par les Italiens. — Le paquebot-poste* Medjerda *est coulé dans la Méditerranée.*

Le 15. — *Petit engagement naval dans l'Adriatique ; les vaisseaux autrichiens sont mis en fuite. — Le transport anglais* Cameronia *est torpillé dans la Méditerranée : cent victimes.*

Le 16. — *L'Amirauté annonce l'arrivée de contre-torpilleurs américains dans les eaux anglaises.*

Le 20. — *Court engagement naval au large de Dunkerque ; quatre torpilleurs français chassent une flottille de destroyers allemands.*

Le 23. — *On annonce que le* Sontay, *des Messageries Maritimes, a été coulé le 16 avril en revenant de Salonique à Marseille. 45 victimes sur 425 personnes à bord.*

Le 24. — *L'Amirauté signale que le transport* Transylvania *a été coulé en Méditerranée le 14 mai ; 413 victimes.*

Le 26. — *Le vapeur grec* Aristidis *est torpillé devant Santander. — Le navire-hôpital* Dover-Castle *est coulé.*

Le 27. — *Torpillage du vapeur brésilien* Lopa.

Le 29. — *Le* Yarra, *des Messageries Maritimes, est coulé en Méditerranée.*

Le gérant : Lucien JOSSE.

Paris. — Imp. VERDIER, 18, rue d'Enghien.

LECTEURS DE "LA SCIENCE ET LA VIE"
VOUS QUI AIMEZ LES RÉALITÉS

Vous avez peut-être

TOUT LU

Mais vous n'avez

RIEN VU

SI VOUS N'ACHETEZ PAS CHAQUE JOUR

EXCELSIOR

Le seul **ILLUSTRÉ QUOTIDIEN** français

C'EST UN JOURNAL
FAIT POUR VOUS

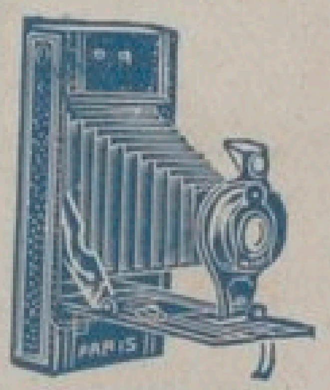
PHOTO-HALL

5, Rue Scribe (près de l'Opéra) **PARIS** (9e)

Téléphone: CENTRAL 40-52

(Envois franco de port à partir de 25 francs)

Adresse Télégr. : PHOTO-PARIS

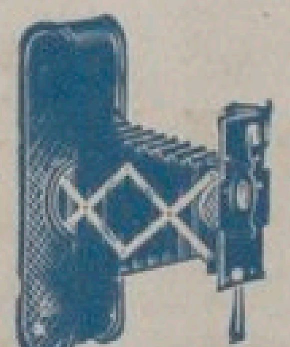


BROWNIE PLIANT N° 2

Appareil construit en métal gainé, se chargeant en plein jour avec des bobines de pellicules donnant des épreuves format 6×9. Cet appareil est muni d'un soufflet peau, d'une poignée, de deux écrous, d'un *objectif achromatique*, d'un obturateur pour pose ou instantané, du dos autographic, d'un viseur et d'une instruction.

49 Francs

Avec objectif rectiligne.. Fr. 61 »
Bob. de pellicules 6 poses — 1.25
Sac cuir avec courroie... — 9. »

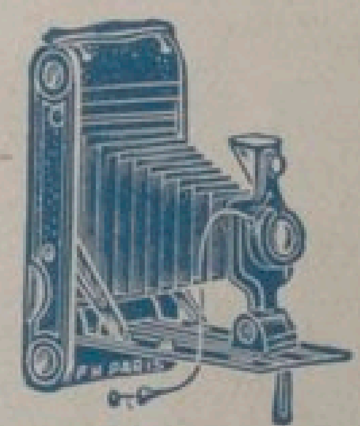


VEST POCKET KODAK

Appareil minuscule construit tout en métal, pouvant se mettre dans une poche de gilet, se chargeant en plein jour avec des bobines de pellicules donnant des épreuves format 4×6 1/2, viseur, *objectif achromatique*, obturateur pour pose et instantané, dos autographic, sac peau et instruction.

55 Francs

Avec objectif anastigmat Fr. 90 »
Avec anastigmat F. : 6,8. — 98. »
Bob. de pellicules, 8 poses — 1.25

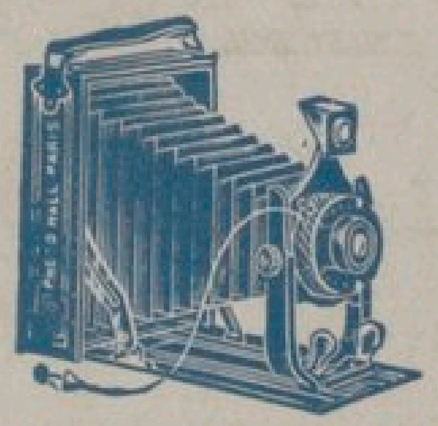


KODAK JUNIOR N° 1

Appareil de volume réduit, gainé maroquin, se chargeant en plein jour avec des bobines de pellicules donnant des épreuves format 6×9, soufflet peau, écrous, viseur, *objectif achromatique*, obturateur pour pose et instantané à vitesses variables, déclancheur, dos autographic et instruction.

71 Francs

Avec objectif rectiligne Fr. 83 »
Bob. de pellic., 6 poses — 1.25
Sac cuir avec courroie — 10.50

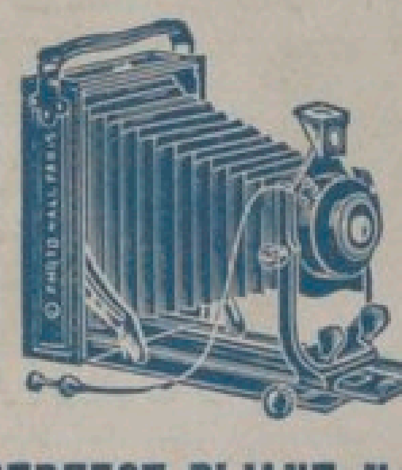


PERFECT-PLIANT N° 1

Appareil pour plaques 9 × 12 ou film-pack se chargeant en plein jour, gainerie soignée, viseur, poignée, écrous, soufflet peau, *objectif simili-rectiligne*, obturateur pour pose et instantané à vitesses variables, 3 châssis métal declancheur et instruction.

58 Francs

Avec objectif rectiligne Fr. 72 »
Châssis pour film-pack — 15. »
Pl. extra-rapides 9×12 dz — 4. »
Film-pack 9×12 dz — 5.20

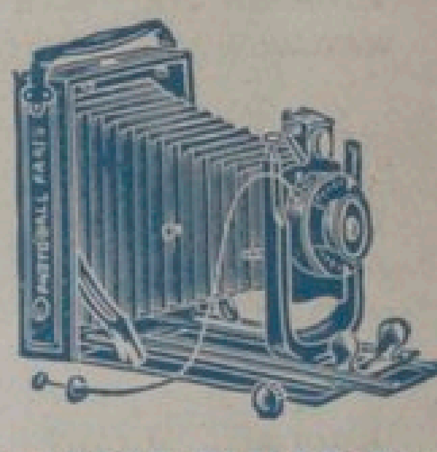


PERFECT-PLIANT N° 2

Appareil pour plaques 9 × 12 ou film-pack se chargeant en plein jour, gainé peau, viseur reversible, soufflet peau, poignée, écrous, crémaillère *objectif rectiligne*, obturateur pour pose et instantané à vitesses variables, 3 châssis métal 9×12, déclancheur et instruction.

108 Francs

Avec objectif anastigmat Fr. 144 »
Châssis pour film-pack — 15. »
Pl. extra-rapides 9×12 dz — 4. »
Film-pack 9×12 dz — 5.20



PERFECT-PLIANT N° 3

Appareil pour plaques 9 × 12 ou film-pack se chargeant en plein jour, gainé peau, viseur reversible, soufflet peau, poignée, écrous, crémaillère à double tirage, *objectif anastigmat*, obturateur pose et instantané à vitesses variables, 3 châssis métal 9×12, déclancheur et instruction.

192 Francs

Avec anastigmat *F-6.3* Fr. 219 »
Châssis pour film-pack — 15. »
Pl. extra-rapides 9×12 dz — 4. »
Film-pack 9×12 dz — 5.20

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE